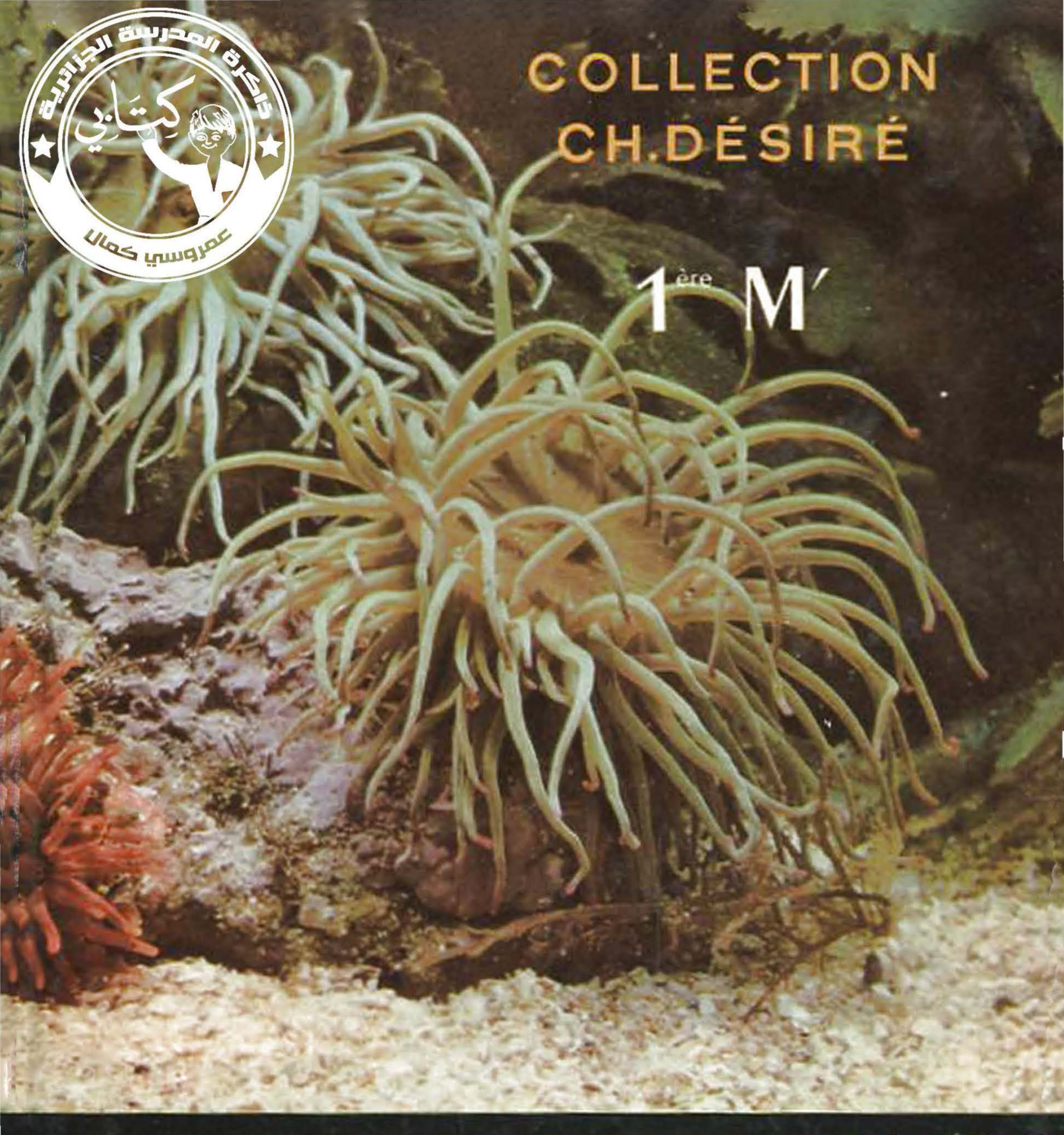


F. VILLENEUVE CH. DÉSIRÉ

ZOOLOGIE

BORDAS


ذاكرة المدرسة الجزائرية
كِتَابِي
عمروسي كمال
ذاكرة المدرسة الجزائرية
الوثائق المدرسية القديمة للنظام التعليمي الجزائري، العربي، والأجنبي
موقع ذاكرة المدرسة الجزائرية
أول موقع تربوي يهتم بإعادة نشر
مختلف الوثائق المدرسية القديمة
الجزائرية ، العربية ، والأجنبية
www.kitabbi.com

COLLECTION DE SCIENCES NATURELLES
DIRIGÉE PAR CHARLES DÉSIRÉ, PROFESSEUR AGRÉGÉ AU LYCÉE HENRI-IV

ZOOLOGIE

F. VILLENEUVE
Professeur agrégé
au Lycée de Nîmes



CH. DÉSIRÉ
Professeur agrégé
au Lycée Henri-IV

CLASSE DE
1RE M′

BORDAS


ذاكرة المدرسة الجزائرية
كِتابِي
عمروسي كمال

1

ORGANISATION ET BIOLOGIE DES ANIMAUX

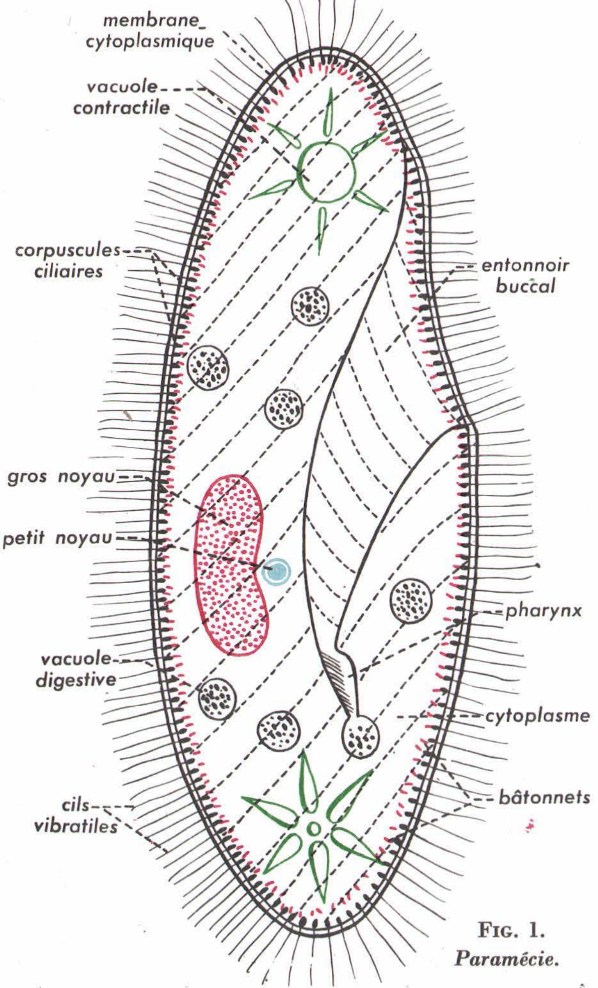


FIG. 1.
Paramécie.

LA PARAMÉCIE

Les Paramécies vivent dans les mares d'eau douce, les fossés et, d'une façon générale, dans les eaux croupissantes riches en matières organiques (végétaux en décomposition). Au laboratoire, on les obtient facilement en laissant macérer des fragments de végétaux verts (Cresson par exemple) dans de l'eau.

1° ÉLEVAGE ET MÉTHODES D'OBSERVATION

Élevage des Paramécies A la surface des macérations maintenues à la température du laboratoire (18-20°) on observe, au bout d'un temps plus ou moins long, la formation d'un voile bactérien où apparaissent les Paramécies. Préparer une douzaine de tubes à essais aux 3/4 remplis d'eau, ajouter un grain de blé, boucher avec un tampon de coton hydrophile et stériliser pendant trente minutes à l'autoclave. Prélever avec une pipette quelques Paramécies dans la macération et ensemencer une ou deux Paramécies par tube. Maintenir ces tubes à une température régulière (18-20°). Au bout de huit jours, on constate une prolifération intense des Paramécies ; on peut les prélever facilement à l'aide d'une pipette.

Méthodes d'étude et d'observation On place les Paramécies dans une goutte d'eau, entre lame et lamelle, et l'on observe au faible grossissement. Les Paramécies se déplacent rapidement et ne restent pas dans le champ du microscope. Pour limiter leur déplacement et faciliter l'observation, on introduit dans la goutte d'eau quelques filaments enchevêtrés d'algues vertes (Spirogyre, Vaucheria). On peut encore placer entre lame et lamelle un fragment du voile bactérien : le déplacement des Paramécies y est très lent.

2° DESCRIPTION ET STRUCTURE

Observation sans coloration (fig. 1) Les Paramécies se présentent comme des animaux allongés pouvant atteindre une longueur de 100 à 300 microns. La surface du corps est recouverte uniformément de **cils vibratiles** insérés le long de lignes hélicoïdales. Sur un côté du corps, une large ouverture, **la bouche,** donne accès dans un entonnoir qui va en se rétrécissant vers l'intérieur.

Chaque cil est inséré sur un grain basal. Entre ces grains basaux, et un peu au-dessous, on observe, au fort grossissement, de **petits bâtonnets transparents** qui, sous l'effet d'un contact extérieur, peuvent jaillir hors de la Paramécie et injecter à de petits animaux une substance venimeuse, sans doute paralysante. Ces bâtonnets joueraient donc un rôle défensif.

La substance qui forme le corps de la Paramécie porte le nom de **cytoplasme.** Dans ce cytoplasme on peut distinguer de petites cavités sphériques plus ou moins nombreuses, les **vacuoles digestives,** entraînées lentement par les courants qui existent à l'intérieur du cytoplasme (1). A chaque extrémité du corps de la Paramécie, une **vésicule pulsatile,** entourée de petits canaux qui convergent vers elle, est animée de mouvements rythmiques de contraction qui peuvent s'accélérer quand la température s'élève, au cours d'une observation à l'éclairage électrique par exemple. Les mouvements des deux vésicules alternent.

Coloration par le rouge neutre (fig. 3) On peut utiliser la préparation précédente ; sur un bord de la lamelle on dépose une goutte d'une solution de rouge neutre très diluée (1/1.000ᵉ à 1/10.000ᵉ), puis on fait passer ce colorant sous la lamelle en soulevant légèrement cette dernière. Les Paramécies restent vivantes, mais

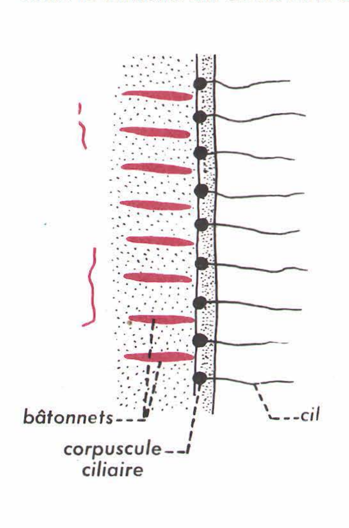


FIG. 2. - *Appareil ciliaire et bâtonnets.*

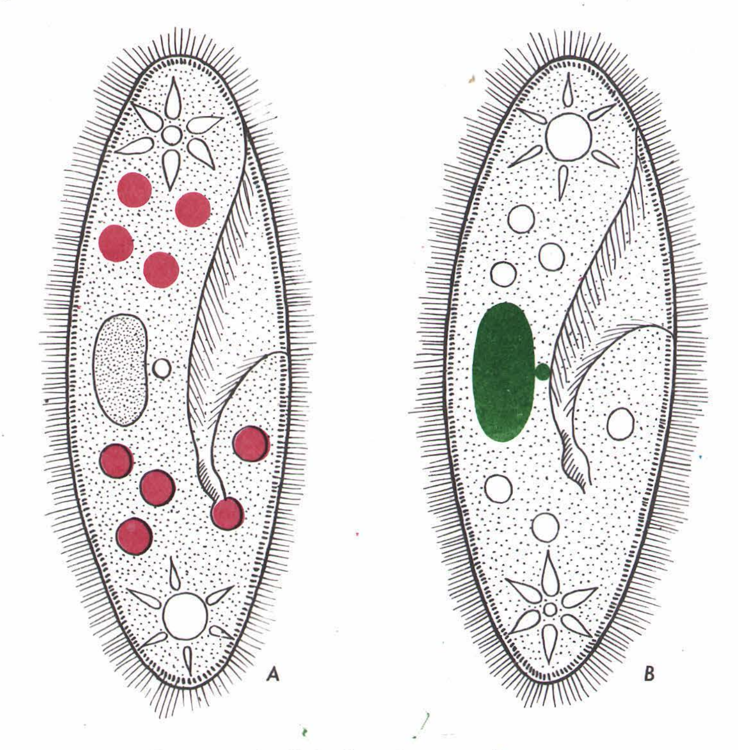


FIG. 3. - A. *Vacuoles colorées par le rouge neutre.*
B. *Noyaux colorés par le vert de méthyle.*

(1) On donne le nom de cyclose à ces mouvements

le rouge neutre les pénètre et colore les vacuoles digestives en rouge. On a donc réalisé une **coloration vitale.**

Coloration par le vert de méthyle acétique (fig. 3) On ajoute une goutte de vert de méthyle acétique à une goutte de culture déposée sur la lame. Les Paramécies sont tuées, mais on distingue alors, vers le milieu, deux corps colorés en vert, l'un étant beaucoup plus gros que l'autre : ce sont deux **noyaux** (1).

CONCLUSION. - La Paramécie est un **animal unicellulaire,** ou **protozoaire.**

Remarque. - La présence de deux noyaux est particulière aux protozoaires ciliés. Les autres protozoaires n'en possèdent qu'un.

3° BIOLOGIE

Sensibilité Les Paramécies réagissent à des excitations extérieures ; ces réactions portent le nom de **tropismes.** Chez les animaux, un tropisme est un mouvement provoqué et orienté par le milieu et auquel ils ne peuvent se soustraire. Dans son milieu un animal

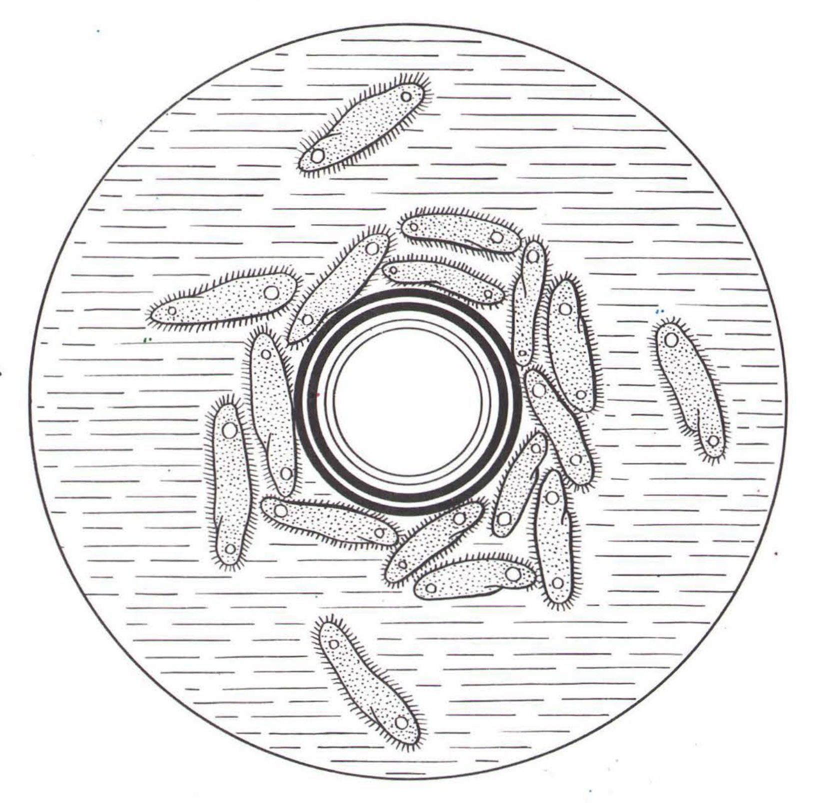


FIG. 4. - *Paramécies autour d'une bulle d'air.*

subit l'action de différents facteurs : variations de température, lumière, corps chimiques, qui déterminent, soit des tropismes positifs, soit des tropismes négatifs :

— entre lame et lamelle, les Paramécies sont attirées par les bulles d'air, et elles se rassemblent autour d'elles (fig. 4) ; **c'est un tropisme positif pour l'oxygène.**

---

(1) Macronucleus et micronucleus.

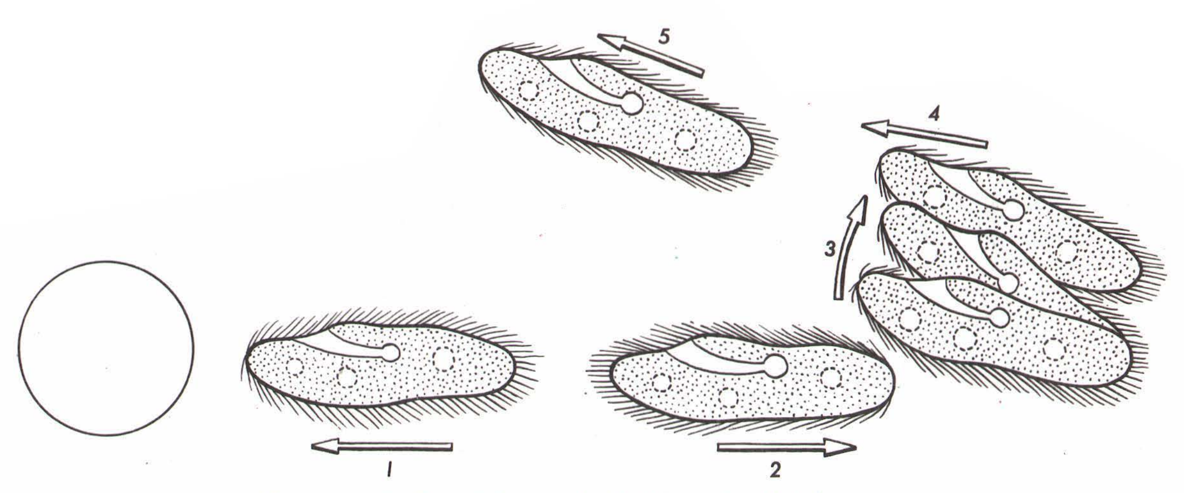


Fig. 5. - *Réaction d'évitement chez la Paramécie. (Voir le texte).*

— si l'on introduit dans la préparation une petite bulle de gaz carbonique (ou une goutte de soude), il se crée tout autour d'elle une zone de diffusion chimique. Si la Paramécie pénètre dans cette zone, elle recule aussitôt puis reprend sa marche en avant, recule de nouveau, et ainsi plusieurs fois de suite. Mais à chaque fois le corps pivote légèrement, et finalement la Paramécie repart dans une direction où elle ne rencontrera plus de milieu défavorable (fig. 5). Il s'agit donc d'un **tropisme négatif pour le gaz carbonique** et le comportement de la Paramécie a reçu le nom de « réaction d'évitement ».

Locomotion Le battement rapide et rythmique des cils vibratiles assure le déplacement de la Paramécie. Habituellement ce déplacement se fait en avant, la région antérieure étant reconnaissable par la position de la bouche. Mais, devant un obstacle, le sens de la locomotion peut être inversé comme nous l'avons vu ; le battement des cils détermine alors la marche arrière. La Paramécie avance par rotation hélicoïdale ; d'autre part, elle peut se déformer et s'étirer légèrement en passant entre deux obstacles rapprochés. Ces déformations sont réalisées par le fonctionnement de fibrilles contractiles situées dans la partie superficielle du cytoplasme.

Nutrition a) **Capture de la nourriture.** La bouche forme un entonnoir allongé qui s'enfonce dans le cytoplasme ; cet entonnoir est pourvu de cils spéciaux qui produisent un courant d'eau attirant les particules et les proies (débris végétaux, bactéries, algues unicellulaires) dans le pharynx, où une membrane ondulante, formée de cils agglutinés, les entraîne vers le fond de cette cavité. Là, le cytoplasme est à nu, sans membrane, et il se forme, autour des particules, une **vacuole digestive** qui est entraînée par les mouvements de cyclose.

Remarque. - Une gouttelette d'eau est donc absorbée en même temps que les aliments.

b) **Digestion.** Dans cette vacuole, les aliments sont digérés par des **diastases** (digestion acide, puis basique). Les produits de la digestion sont absorbés par le cytoplasme. Finalement, la vacuole digestive atteint la région postérieure de la Paramécie et se vide en rejetant à l'extérieur les débris que les sucs digestifs n'ont pas réussi à attaquer. La Paramécie est capable de constituer des réserves, et l'on peut mettre en évidence dans le cytoplasme des plaquettes de glycogène colorables en brun acajou par la solution iodo-iodurée. On peut observer également, grâce à leur forte réfringence, de fines gouttelettes lipidiques.

Respiration La respiration (absorption d'oxygène et rejet de gaz carbonique) se fait à travers la membrane cellulaire. Mais les gouttelettes d'eau absorbées au moment de la capture de la nourriture, contiennent également de l'oxygène. D'autre part,

l'eau rejetée par les vésicules pulsatiles contient vraisemblablement une forte proportion de gaz carbonique.

Excrétion Ce sont les deux vésicules pulsatiles qui assurent l'excrétion ; les déchets (urée et acide urique par exemple) sont drainés par des canaux afférents à disposition étoilée. Ces canaux se remplissent, se déversent dans la vésicule pulsatile qui se gonfle et finit par rejeter son contenu à l'extérieur. Le cycle se reproduit à un rythme qui varie suivant les conditions de milieu. En particulier une élévation de température accélère le rythme. Les produits de déchets sont dilués dans une quantité considérable d'eau, et le fonctionnement de ces vésicules détermine un courant d'eau dans le cytoplasme, réglant ainsi l'imbibition en eau de ce dernier. L'eau pénètre en traversant la membrane, et aussi, comme nous l'avons vu, au cours de la nutrition. Elle est rejetée par les vésicules pulsatiles.

Reproduction a) **Reproduction asexuée** (fig. 6). Tant que les conditions de vie demeurent favorables (nourriture abondante, température convenable), la Paramécie se reproduit par **division transversale.** Cette séparation en deux Paramécies-filles est précédée de l'allongement et de la division des deux noyaux. Pendant cette division, les deux noyaux conservent leur membrane nucléaire ; seul le petit noyau présente à l'intérieur des filaments que l'on peut assimiler à des chromosomes (voir la division de la cellule végétale dans le cours de Seconde). Des modifications apparaissent dans le cytoplasme : la bouche se ferme et les vacuoles digestives disparaissent les unes après les autres.

Les divisions se suivent à un rythme très rapide (3 à 4 fois en 24 heures), ce qui aboutirait à la formation d'un nombre considérable de Paramécies si cette prolifération n'était pas limitée par le manque de nourriture et d'espace vital. Une Paramécie pesant un millionnième de gramme pourrait avoir au bout de 15 jours une descendance atteignant le poids d'une tonne... Si la reproduction asexuée que nous venons d'étudier pouvait se poursuivre indéfiniment, les Paramécies qui en résulteraient étant placées dans des conditions favorables, ces êtres vivants pourraient être considérés comme théoriquement immortels. Cela se produit d'ailleurs dans les cultures régulièrement repiquées, c'est-à-dire où l'on prélève quelques Paramécies pour ensemencer un milieu neuf. Mais l'expérience montre que si on laisse les Paramécies dans un même milieu, ces divisions fréquentes se ralentissent à un moment donné ; un nouveau mode de reproduction apparaît alors, la **conjugaison** qui est une reproduction sexuée.

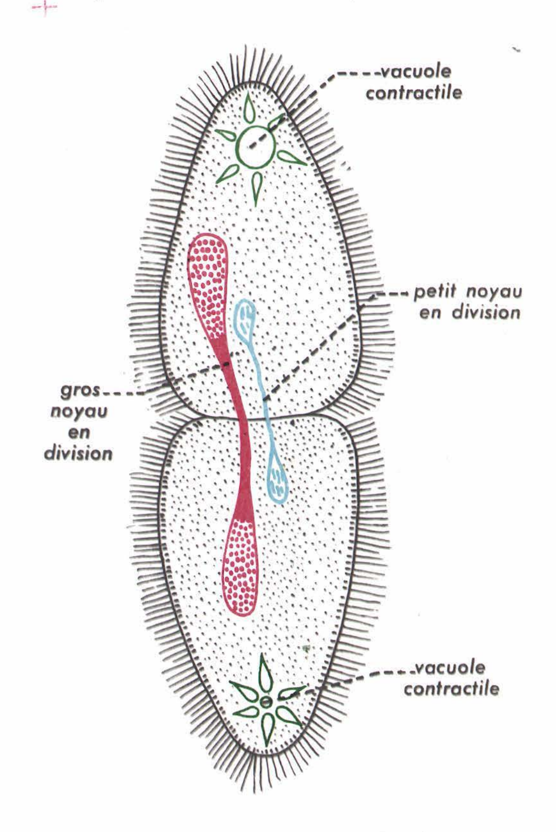


FIG. 6. - *Paramécie en division.*

b) **Reproduction sexuée ou conjugaison** (fig. 7). Il n'est pas question de décrire ici en détail ce phénomène très complexe. Deux Paramécies s'accolent et il y a fécondation réciproque (échange de

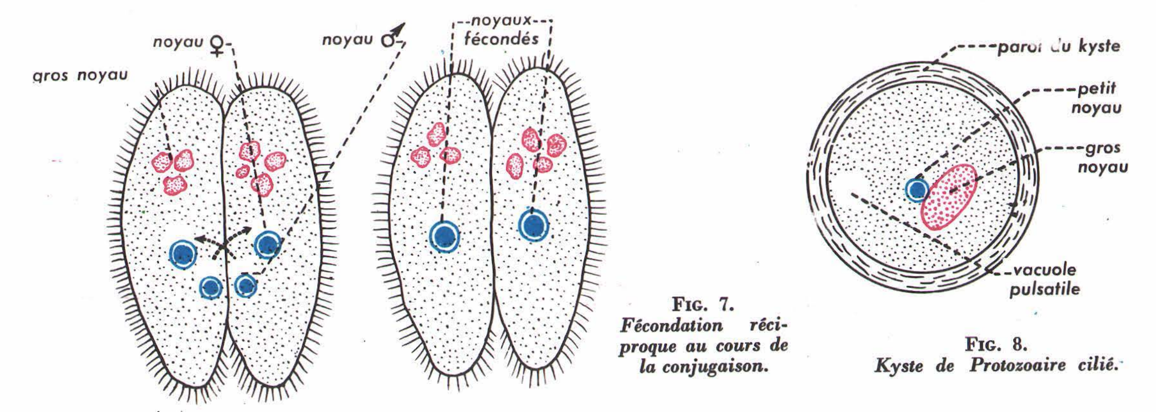


Fig. 7. *Fécondation réciproque au cours de la conjugaison.*

Fig. 8. *Kyste de Protozoaire cilié.*

substance nucléaire), chaque Paramécie se comportant comme un être hermaphrodite. Les divisions asexuées reprennent ensuite à un rythme rapide.

Remarque I. - Si l'on coupe une Paramécie en deux morceaux, le fragment contenant le noyau, et lui seul, est capable de régénérer l'autre partie.

Remarque II. - Quand les conditions extérieures deviennent défavorables (abaissement de la température, diminution de la nourriture, etc...) de nombreux protozoaires ciliés s'enkystent, c'est-à-dire sécrètent autour de leur corps une substance qui durcit et forme une coque résistante (fig. 8). On n'a jamais observé jusqu'à ce jour de kystes de Paramécies, contrairement à ce qui est dit parfois dans certains ouvrages.

4° PLACE DE LA PARAMÉCIE DANS LE RÈGNE ANIMAL

Le corps de la Paramécie étant formé d'une seule cellule, on la classe dans le sous-règne des **PROTOZOAIRES** (animaux unicellulaires).

Les espèces de **PROTOZOAIRES,** très nombreuses, sont réparties en plusieurs embranchements :

1. - Embranchement des **FLAGELLÉS** (exemple : le Trypanosome), protozoaires se déplaçant à l'aide d'un flagelle.

2. - Embranchement des **RHIZOPODES** (exemple l'Amibe), protozoaires se déplaçant à l'aide de pseudopodes.

3. - Embranchement des **CILIÉS,** protozoaires qui, comme la Paramécie, sont pourvus de cils vibratiles (voir cours de 5e).

4. - Embranchement des **SPOROZOAIRES** (exemple : l'Hématozoaire du paludisme) ne comprenant que des formes parasites dépourvues d'organes locomoteurs.

5. - Embranchement des **CNIDOSPORIDIES** (exemple : l'agent de la pébrine du Ver à soie), protozoaires parasites dont le développement est particulièrement compliqué.

5° CILIÉS VOISINS DE LA PARAMÉCIE ET COMMUNS DANS LES MÊMES MILIEUX

1. - Les COLPIDIUMS, très communs dans les macérations de cresson ou de foin, sont plus petits (100 microns) que la Paramécie. Leur corps ovoïde possède un lobe antérieur déjeté sur le côté (fig. 9).

2. - Les STENTORS (fig. 10), très gros (de 500 microns à 1 millimètre), se reconnaissent facilement car ils ont la forme d'une trompette. Entièrement couverts de cils, ils présentent de plus une frange de membranelles (cils agglutinés) autour de la bouche. Ils peuvent se fixer par l'extrémité postérieure pointue ou nager librement. Leur cytoplasme est contractile grâce à des fibrilles puissantes.

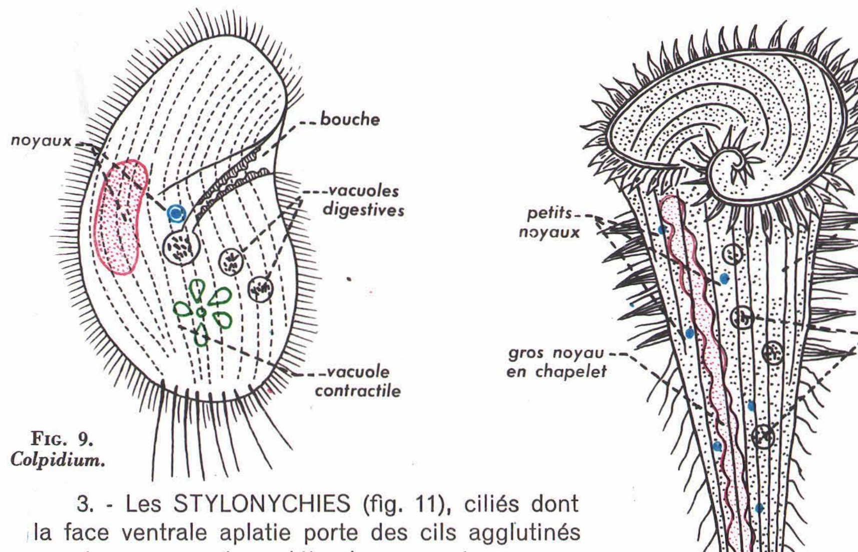


FIG. 9. *Colpidium.*

FIG. 10. - *Stentor.*

3. - Les STYLONYCHIES (fig. 11), ciliés dont la face ventrale aplatie porte des cils agglutinés en cirres pouvant se détendre, ce qui provoque le déplacement par bonds de l'animal (taille 300 microns).

4. - Les VORTICELLES (fig. 12) possèdent un pédoncule allongé pouvant s'enrouler en spirale comme un ressort. Ces Ciliés vivent en colonies très denses. La bouche est entourée par une frange de membranellès. Quand la nourriture devient insuffisante, la Vorticelle peut se détacher.

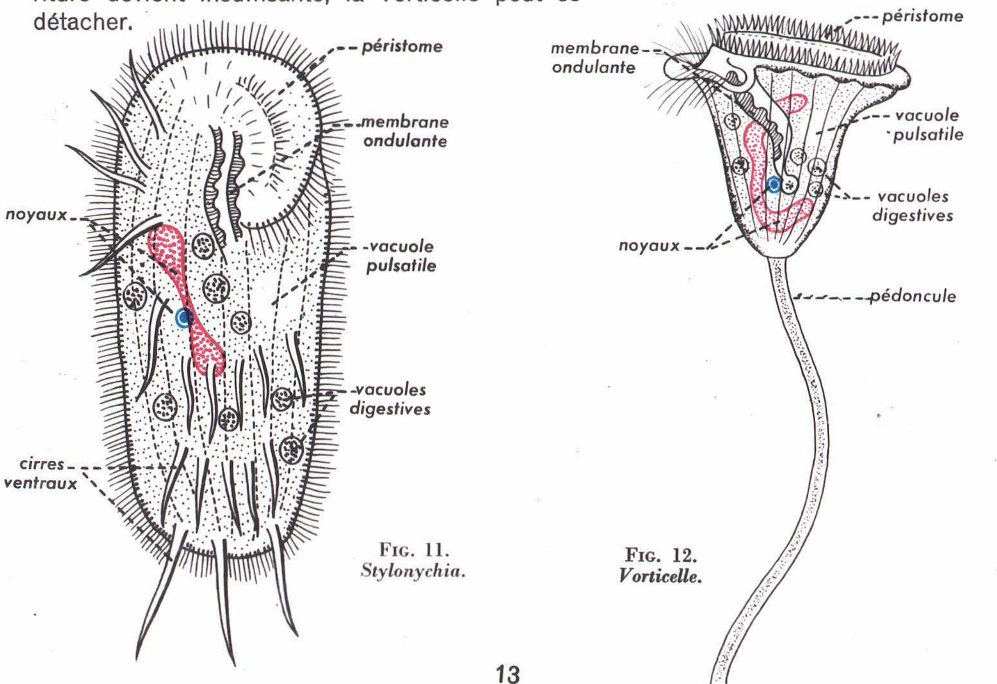


FIG. 11. *Stylonychia.*

FIG. 12. *Vorticelle.*

2

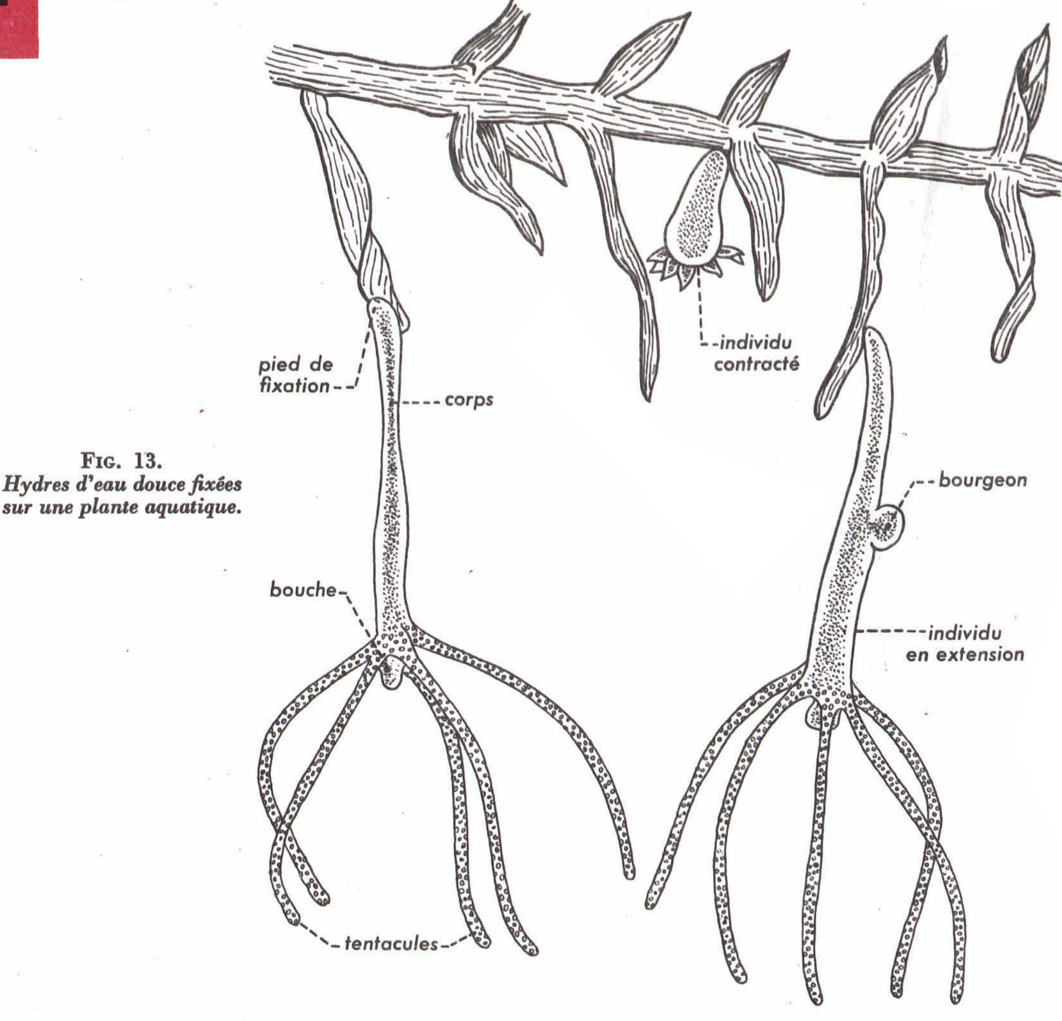


Fig. 13.
Hydres d'eau douce fixées sur une plante aquatique.

L'HYDRE D'EAU DOUCE

On trouve l'Hydre d'eau douce dans les ruisseaux et dans les mares, de la fin du printemps au début de l'automne. Elle vit fixée sur les plantes aquatiques : callitriches, élodées, lentilles d'eau, etc... On distingue trois espèces : l'Hydre grise, l'Hydre brune, l'Hydre verte ; cette dernière doit sa couleur aux algues vertes unicellulaires qui vivent dans ses tissus.

1° ÉLEVAGE

On place les Hydres dans de petits aquariums renfermant quelques plantes vertes. Ces aquariums sont exposés à la lumière et maintenus à une température douce et régulière. Bien entendu, il faudra nourrir les Hydres, nous verrons comment plus loin.

2° MÉTHODES D'ÉTUDE

1. - Observation d'Hydres vivantes dans un verre de montre, à la loupe ordinaire, à la loupe binoculaire, ou au plus faible grossissement du microscope.

2. - Observation entre lame et lamelle dans une goutte d'eau (observation difficile à cause de la contractilité de l'Hydre).

3. - Préparations microscopiques du commerce :

— Hydres entières montées.

— Coupes longitudinales d'Hydres.

— Coupes transversales.

4. - Préparations faites en travaux pratiques pour l'observation des cellules urticantes : dilacération d'un tentacule et frottis coloré au GIEMSA.

3° DESCRIPTION ET STRUCTURE

Anatomie externe Le corps, très contractile, réagit à la moindre excitation extérieure. En extension, il atteint 1 à 2 centimètres. Au maximum de la contraction, il se réduit à une boule minuscule de 1 à 2 millimètres de diamètre. L'Hydre est un des rares animaux capables de subir une telle réduction de volume par le seul jeu de sa musculature (voir structure).

En extension, on voit (fig. 13) que le corps de l'hydre a la forme d'un sac étroit et allongé, terminé à son extrémité libre par un orifice, la bouche, entouré de **5 à 8 tentacules** contractiles. L'autre extrémité du corps est généralement fixée aux plantes aquatiques par un pied adhésif.

Structure L'étude de la coupe longitudinale (fig. 14) nous montre que le corps de l'Hydre est un sac à **double paroi** ouvert à une seule extrémité. Il n'existe qu'une cavité appelée cavité digestive. La paroi externe, ou **ectoderme,** est séparée de la paroi interne, ou **endoderme,** par une mince couche de gelée : la **mésoglée.**

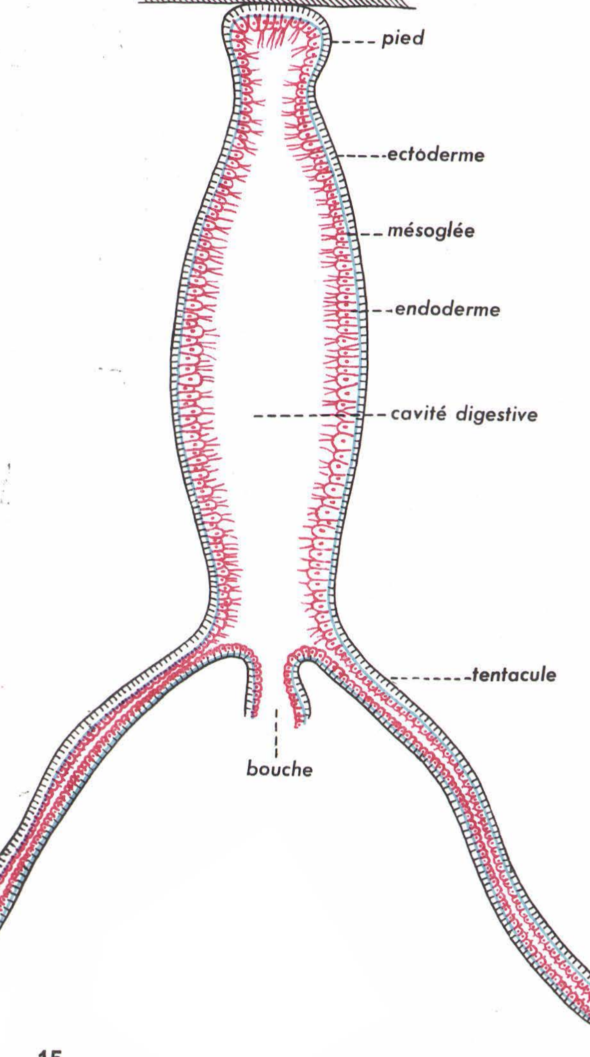


FIG. 14. - ***Hydre d'eau douce : coupe longitudinale.***

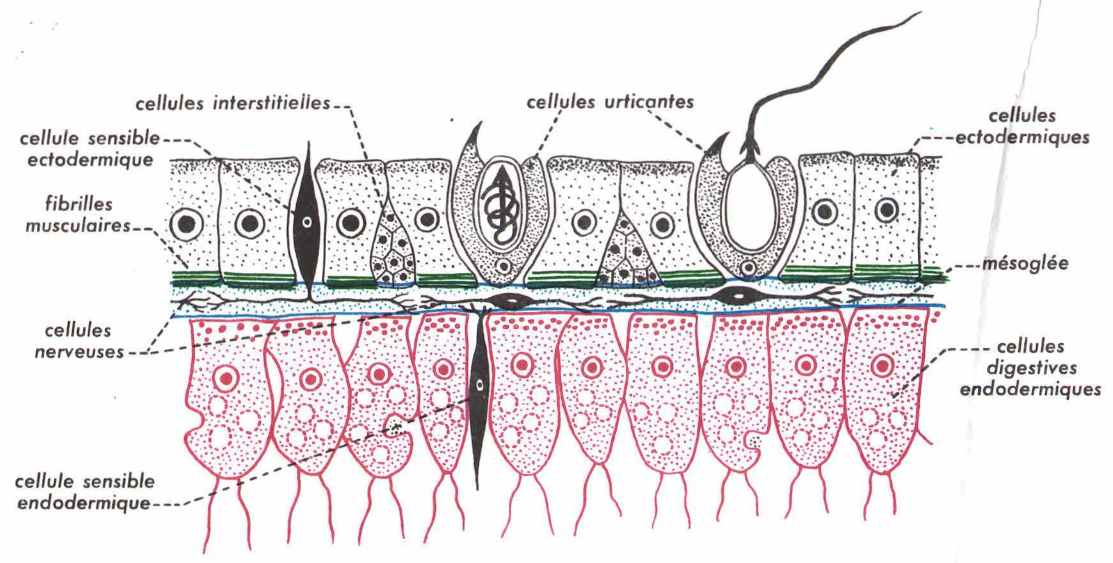


Fig. 15. - *Paroi du corps de l'Hydre : structure microscopique.*

L'observation au fort grossissement du microscope (fig. 15) montre des **cellules ectodermiques** de forme régulière. Certaines d'entre elles présentent à leur base une différenciation en fibrilles musculaires. Entre ces cellules ectodermiques, on observe des amas de petites cellules, les cellules interstitielles, qui peuvent se transformer en nouvelles cellules ectodermiques ou en différents éléments de l'ectoderme.

Parmi les cellules ectodermiques, on peut observer aussi des cellules spécialisées, les **cellules urticantes** ou **nématocystes,** très nombreuses sur les tentacules où elles sont groupées dans des sortes de bourrelets circulaires. Ces cellules venimeuses contiennent une ampoule remplie d'un liquide capable de paralyser de petits animaux. Dans ce liquide se trouve un filament creux enroulé en spirale. Le déroulement du filament est déclenché par l'excitation d'un cil sensible qui fait saillie à l'extérieur. Le simple frôlement d'un petit animal

cellules urticantes
bourrelet

Fig. 16. - *Fragment de tentacule observé au microscope (faible grossissement).*

Fig. 17. - *Deux cellules urticantes ; à droite, le filament a été projeté hors de la cellule.*

filament projeté
cil sensible
liquide urticant
crochets
ampoule urticante
protoplasme
filament spiralé
noyau

(Daphnie par exemple) peut provoquer ce mouvement. De nombreux filaments viendront se ficher dans son corps où le poison paralysant sera déversé. Les cellules urticantes ne fonctionnent qu'une fois et sont remplacées par d'autres nématocystes.

Enfin, l'ectoderme possède encore des cellules nerveuses réunies entre elles par un réseau nerveux. Le système nerveux de l'Hydre est formé uniquement de cellules nerveuses : il ne comprend ni ganglions ni nerfs. Il est donc très simple.

La gelée, ou **mésoglée,** forme une couche très mince renfermant le réseau nerveux.

L'**endoderme** est formé de grosses cellules constituant un épithélium digestif. Chaque cellule contient plusieurs vacuoles et possède deux flagelles qui battent dans la cavité digestive. Parmi ces cellules, on peut encore observer quelques cellules nerveuses et quelques cellules glandulaires.

La **cavité digestive** ne communique avec l'extérieur que par un seul orifice et se prolonge dans les tentacules.

4° BIOLOGIE

Sensibilité Une excitation un peu brusque déclenche la contraction de tout le corps de l'Hydre qui prend la forme d'une boule minuscule (fig. 13). L'Hydre est donc **sensible.** L'excitation perçue par les cellules nerveuses de l'ectoderme se propage dans le réseau nerveux sous-ectodermique et commande la contraction des fibrilles musculaires.

Locomotion Le corps de l'Hydre est animé de mouvements de contraction dus au fonctionnement des cellules musculaires ectodermiques et endodermiques. L'Hydre est capable de se déplacer, mais ne le fait que rarement, par exemple si la nourriture se raréfie.

Elle peut se déplacer de plusieurs façons :

— **Par reptation** sur son pied ; ce mouvement, très lent, est dû au comportement des cellules ectodermiques du pied capable de se déformer par amiboïsme ; de plus, elles sécrètent un mucus qui facilite le glissement sur le support.

— **Par culbutes** (fig. 18).

— **Par arpentage** (fig. 19).

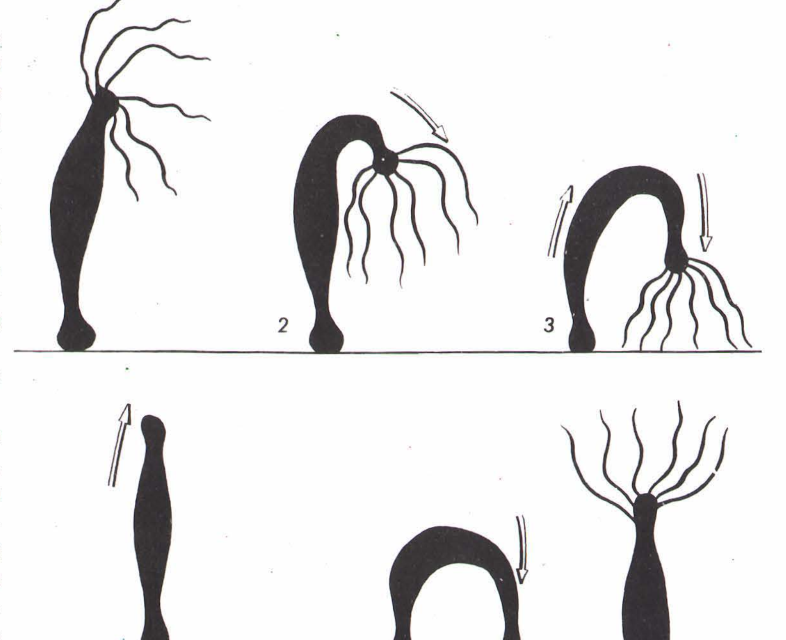


FIG. 18. - *Locomotion de l'Hydre par culbutes.*

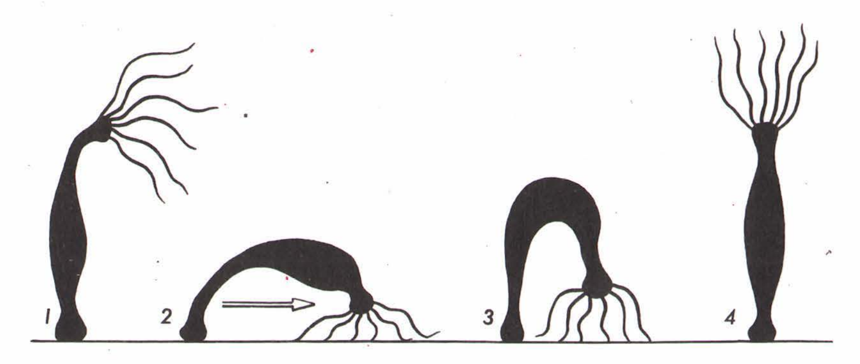


FIG. 19. - *Locomotion de l'Hydre par arpentage.*

Ces deux derniers modes de déplacement sont rendus possibles par l'élasticité et la contractilité du corps.

— L'Hydre peut également se libérer de son support et **nager** grâce aux mouvements de ses tentacules. Ce mode de locomotion est rare.

Nutrition L'Hydre se nourrit de petites proies (petits crustacés, vers microscopiques, etc...) capturées à l'aide des tentacules qui, nous l'avons vu, sont garnis de « batteries » de nématocystes. La proie, paralysée par le venin, est portée à la bouche par les tentacules. Dans la cavité digestive, elle subit un début de digestion par les sucs que sécrètent les cellules endodermiques. Cette première action désagrège la proie. Quand les débris sont suffisamment petits, ils sont phagocytés par les cellules endodermiques. La digestion se termine dans les vacuoles digestives de ces dernières. Ainsi, chaque cellule de l'endoderme se nourrit pour son propre compte. Les débris non digérés (carapaces par exemple) sont rejetés par la bouche.

Respiration L'Hydre ne possède pas d'appareil respiratoire : chaque cellule emprunte directement à l'eau l'oxygène indispensable à sa vie. La membrane cellulaire est perméable aux gaz dissous dans l'eau ; le gaz carbonique est également rejeté à travers la membrane.

Excrétion Il n'existe pas d'appareil excréteur chez l'Hydre : chaque cellule rejette ses substances de déchets dans le milieu extérieur.

Régénération Le pouvoir de régénération de l'Hydre est connu depuis très longtemps. En 1744, TREMBLEY (naturaliste suisse, 1710-1784) publie un « Mémoire pour servir à l'histoire d'un genre de polype d'eau douce à bras en forme de cornes». TREMBLEY coupait des Hydres en morceaux, soit dans le sens longitudinal, soit dans le sens transversal (fig. 21). Chaque tronçon d'une Hydre coupée en deux régénère une nouvelle Hydre. Dans le cas d'une coupure transversale, la moitié supérieure régénère la moitié inférieure en deux jours, et la moitié inférieure régénère la partie supérieure en dix jours. Une Hydre découpée en une cinquantaine de fragments donne au bout de quelques semaines une cinquantaine d'Hydres.

TREMBLEY utilisait aussi la méthode des greffes. Il coupait une Hydre longitudinalement en deux tronçons ; ensuite, ces deux tronçons étaient maintenus au contact l'un de l'autre. En moins d'une heure la soudure complète des tissus s'effectuait.

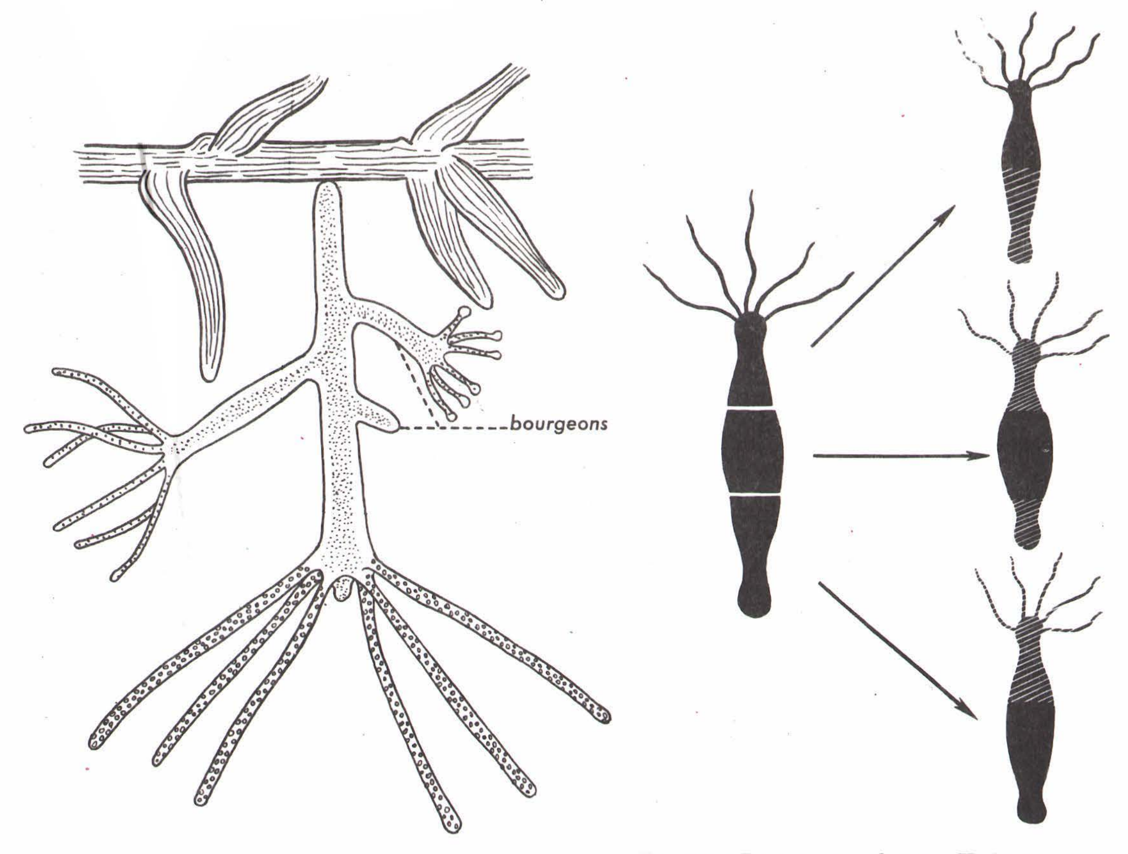


FIG. 20. - *Hydre en bourgeonnement.*

FIG. 21. - *Régénération chez une Hydre coupée en trois fragments (en hachuré, les parties régénérées).*

Une Hydre retournée comme un doigt de gant reste vivante. L'endoderme, devenu externe, est recouvert peu à peu par un nouvel ectoderme provenant de la multiplication des cellules interstitielles.

Remarque. - En dehors de toute expérience, les cellules de l'Hydre se renouvellent constamment grâce à la multiplication des cellules interstitielles qui assurent le remplacement des vieilles cellules, en particulier celui des cellules du pied, qui s'usent rapidement, et des nématocystes. Toutes les cellules du corps sont renouvelées dans une période d'un à deux mois.

Multiplication asexuée par bourgeonnement

Sur la paroi du corps apparaissent des boursouflures qui s'ouvrent vers l'extérieur en formant une bouche bientôt entourée de tentacules. Sur la fig. 20 deux **bourgeons** ont donné naissance à deux Hydres qui restent fixées sur l'Hydre-mère. Un troisième bourgeon n'est pas encore perforé à son extrémité. La cavité digestive des Hydres-filles communique avec celle de l'Hydre-mère. Si la nourriture est abondante, il se forme ainsi une **petite colonie,** mais le nombre d'individus associés reste toujours faible. Si la nourriture se raréfie, les Hydres-filles se détachent de l'Hydre-mère. Aussi, ces colonies sont-elles toujours éphémères chez l'Hydre d'eau douce.

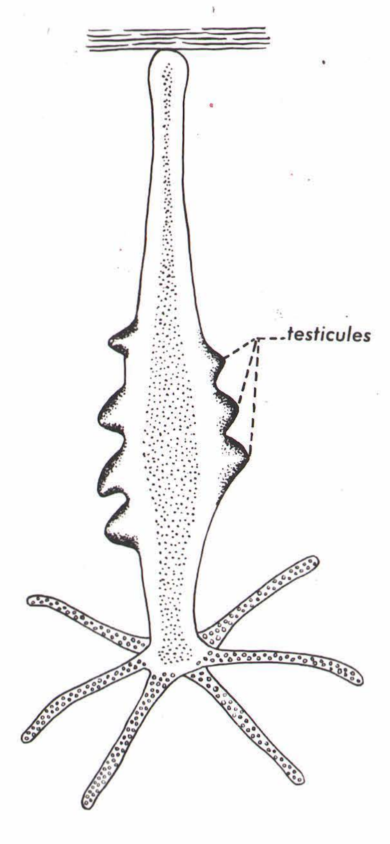


FIG. 22. - *Hydre avec testicules développés.*

Reproduction sexuée (fig. 22 à 25)

Chez l'Hydre grise les sexes sont séparés ; l'Hydre verte est hermaphrodite, mais les testicules se développent avant les ovaires, ce qui rend obligatoire la fécondation entre deux individus différents.

Les glandes génitales se forment à partir de l'endoderme. Les **testicules** ont l'aspect de petits bourgeons situés à la partie supérieure du corps (la plus proche des tentacules). Les **ovaires** apparaissent à la partie inférieure du corps (vers le pied) sous forme de bourgeons plus gros que les premiers et pigmentés. Chaque testicule renferme des milliers de **spermatozoïdes.** Dans un ovaire on trouve, au début de sa formation, plusieurs cellules sexuelles ; une seule arrivera à maturité, phagocytant les autres cellules et formant un **ovule** géant.

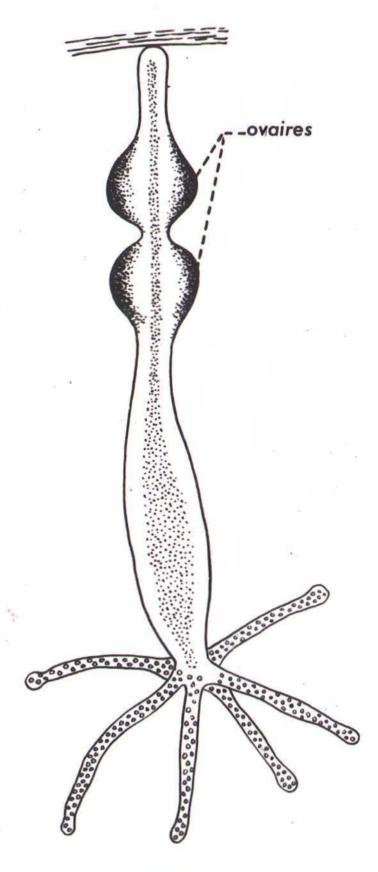


FIG. 23. - *Hydre avec ovaires développés.*

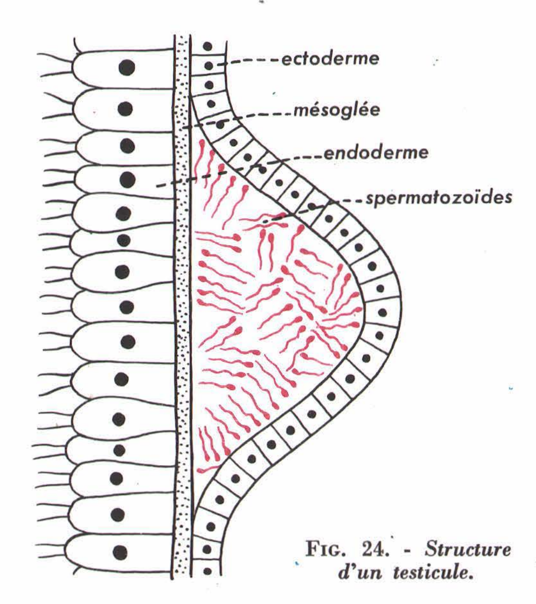


FIG. 24. - *Structure d'un testicule.*

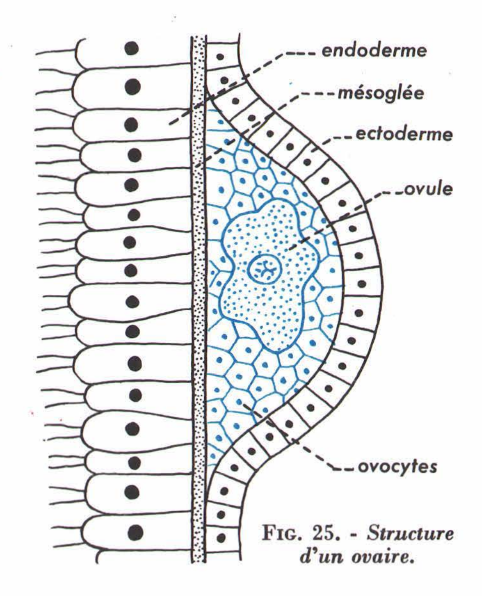


FIG. 25. - *Structure d'un ovaire.*

déchirure de l'ectoderme
spermatozoïdes
ovule définitivement formé

FIG. 26. - *Fécondation de l'ovule mûr.*

embryon
endoderme
mésoglée
ectoderme
coque chitineuse

FIG. 27. - *Embryon à l'intérieur de sa coque chitineuse.*

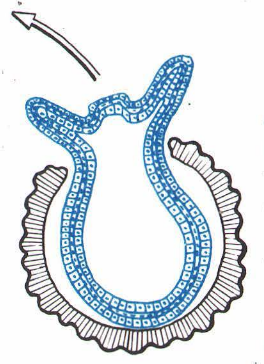


FIG. 28.
Éclosion de la larve.

Les spermatozoïdes sortent des testicules et vont féconder l'ovule mûr à l'intérieur de chaque ovaire. La paroi externe des ovaires se déchire, ce qui permet aux spermatozoïdes d'atteindre les ovules. L'ovule fécondé commence immédiatement son développement. Il se forme un **embryon** comprenant un ectoderme, un endoderme, une cavité digestive fermée. Une coque protectrice l'entoure.

En général la reproduction sexuée a lieu en automne. L'embryon tombe au fond de l'eau où il reste en état de vie ralentie pendant l'hiver. Le développement reprend au printemps : l'embryon, couvert de cils, perce la coque protectrice et redonne une nouvelle Hydre.

5° PLACE DE L'HYDRE DANS LE RÈGNE ANIMAL

Le corps de l'Hydre est formé d'un grand nombre de cellules : l'Hydre appartient donc au sous-règne des **MÉTAZOAIRES.** L'Hydre a une symétrie rayonnée : elle appartient à l'embranchement des **CŒLENTÉRÉS** (de deux mots grecs voulant dire cavité et intestin, car le corps a la forme d'un sac à un seul orifice).

La paroi du corps est simplement formée d'un **ectoderme** et d'un **endoderme** séparés par de la **mésoglée.** L'ectoderme possède des cellules urticantes ou nématocystes.

L'Hydre appartient à la **classe** des **HYDRAIRES,** Cœlentérés à cavité gastrique simple et non cloisonnée.

QUELQUES ANIMAUX DE L'EMBRANCHEMENT DES CŒLENTÉRÉS

1° L'OBELIA

L'Obelia (fig. 29) est un Hydraire marin de très petite taille, commun sur les algues et sur les coquilles où il forme des colonies comprenant de nombreux individus. Les Polypes communiquent entre eux grâce à des canaux, ou **stolons.** La colonie entière est protégée par un squelette externe formé par une membrane chitineuse transparente, le **périsarc**, qui s'épanouit autour de chaque polype pour donner une urne protectrice (fig. 29). Chaque polype a une structure semblable à celle d'une hydre mais, cependant, tous les individus d'une colonie n'ont pas exactement la même forme. Cette différenciation correspond à une division du travail, tous les individus n'ayant pas les mêmes fonctions.

On peut observer, en effet, des **polypes nourriciers** qui ressemblent à des Hydres : ils capturent les proies et les digèrent. D'autres polypes, dépourvus de tentacules, ont la forme d'un sac allongé possédant en son milieu une tige sur laquelle bourgeonnent des individus porteurs de cellules reproductrices : ce sont les **polypes reproducteurs** (fig. 29). Les individus porteurs de cellules reproductrices se détachent de leur tige et prennent la forme de petites **méduses**, ayant l'aspect de cloches minuscules, que l'on ne peut étudier qu'à la loupe binoculaire et au microscope. Le corps d'une de ces méduses est formé d'une ombrelle contractile (organe de la nage) pourvue de tentacules urticants. Du centre de l'ombrelle part une sorte de manchon, ou manubrium, à l'extrémité duquel se trouve la bouche.

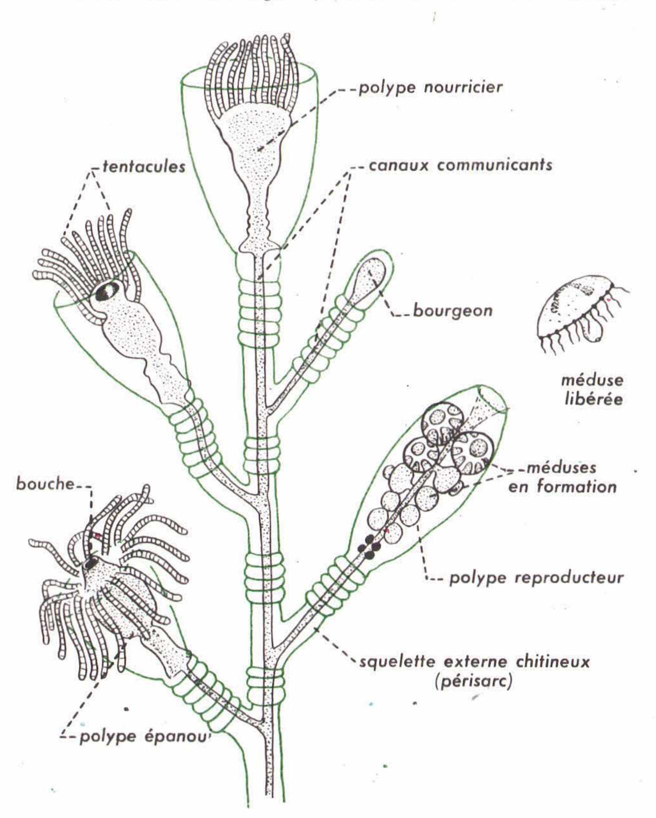


Fig. 29. - *Fragment d'une colonie d'Obelia.*

Ces méduses sont appelées méduses d'Hydraires. On leur donne aussi le nom de méduses « à voile », car sous l'ombrelle se trouve une lame mince circulaire, ou velum, délimitant une cavité sous-ombrellaire (fig. 30). La bouche donne accès dans une cavité digestive d'où partent quatre canaux radiaires qui se dirigent vers la périphérie de l'ombrelle où ils rejoignent un canal circulaire.

La structure d'une telle méduse est comparable à celle de l'Hydre d'eau douce : le corps est limité extérieurement par un ectoderme et la cavité digestive est tapissée par un endoderme ; ectoderme et endoderme

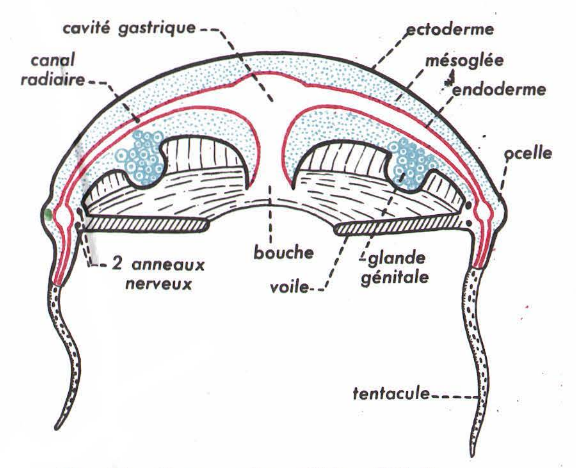


FIG. 30. - *Structure d'une Méduse d'Obelia.*

sont séparés par une mésoglée plus abondante que chez l'Hydre.

Ces méduses microscopiques nagent parmi le plancton marin grâce à des contractions régulières de l'ombrelle. Leur rôle essentiel est la dissémination des cellules reproductrices. Les glandes génitales se développent au voisinage des canaux radiaires.

Ovules et spermatozoïdes sont rejetés dans l'eau de mer où a lieu la fécondation. L'œuf fécondé donne naissance à une larve nageuse qui à un moment donné tombe au fond de l'eau, se fixe et donne un polype qui sera le point de départ d'une nouvelle colonie.

2º LA MÉDUSE AURELIA

La méduse Aurelia (fig. 31) est commune sur nos plages où la mer la rejette souvent. C'est un animal pélagique (flottant à la surface de la mer) qui se présente sous la forme d'une ombrelle transparente de 10 à 20 cm de diamètre. Ces méduses vivent à proximité du rivage en bancs comprenant de nombreux individus.

Le déplacement à la surface de l'eau s'effectue grâce aux contractions rythmées de l'ombrelle ; son contact avec la peau provoque une irritation parfois violente dûe à l'abondance des cellules urticantes dans l'ectoderme. On peut étudier ces méduses, soit vivantes dans des aquariums remplis d'eau de mer, soit sur des échantillons formolés.

L'**ombrelle** laisse facilement observer les organes par transparence ; elle est munie sur son pourtour de nombreux **tentacules** courts riches en cellules urticantes (fig. 32). Sur le bord de l'ombrelle, on observe également **8 organes sensoriels** comprenant chacun un organe d'équilibration, ou statocyste, un organe visuel, ou ocelle, une fossette olfactive.

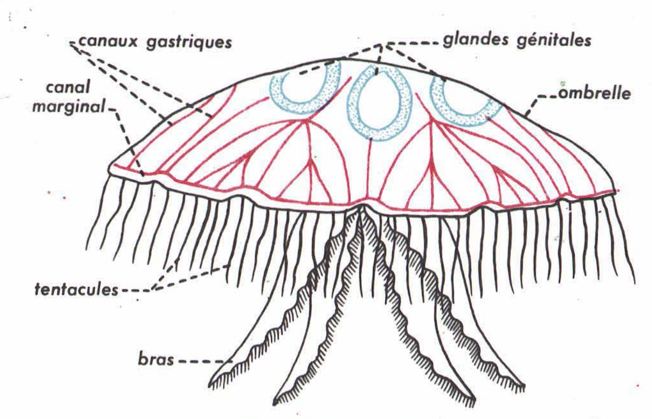
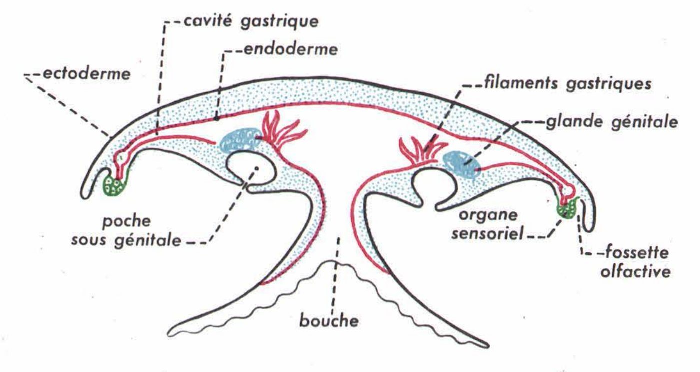


FIG. 31. - *Méduse Aurelia.*

FIG. 32. - *Coupe schématique d'une Méduse Aurelia.*



La face inférieure de l'ombrelle (fig. 33), dépourvue de voile, présente, au centre, une **bouche** à section carrée d'où partent **4 bras buccaux** à bords lobés, creusés chacun d'une gouttière conduisant les aliments à la bouche. Cette dernière se prolonge par un court **œsophage** qui aboutit à une **cavité digestive** d'où partent de nombreux **canaux rayonnants** ramifiés. Ces canaux débouchent dans un **canal circulaire** qui suit le pourtour de l'ombrelle.

Le corps est recouvert extérieurement par un **ectoderme ;** les cavités digestives sont tapissées par un **endoderme.** Entre les deux parois se trouve une mésoglée très abondante

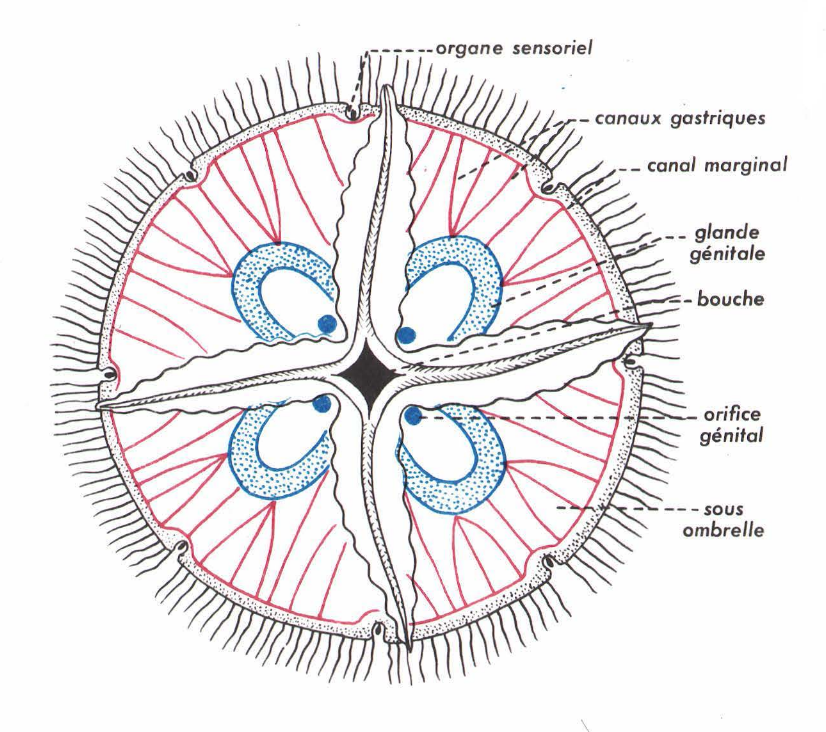


Fig. 33. - ***Méduse Aurelia, face inférieure.***

et relativement ferme, renfermant jusqu'à 80 % d'eau (adaptation à la vie pélagique par accumulation d'eau).

Les sexes sont séparés ; les glandes génitales, au nombre de 4, bien visibles par transparence, ont la forme d'un fer à cheval de couleur mauve. Chaque glande recouvre une cavité, la poche sous-génitale, qui communique avec l'extérieur par un orifice situé sous l'ombrelle. Les cellules reproductrices sont mises en liberté dans la cavité digestive par rupture de la paroi, puis rejetées dans la mer en passant par la bouche. La fécondation a lieu dans l'eau de mer.

L'œuf fécondé donne naissance à une larve nageuse, appelée **larve planula,** qui mène pendant quelque temps une vie pélagique, puis se fixe et se transforme en une sorte d'Hydre. Celle-ci s'allonge et se divise transversalement, engendrant des sortes de disques empilés comme des soucoupes ; ceux de l'extrémité supérieure prennent la forme de méduses, se détachent les uns des autres et reprennent une vie pélagique. On est donc en présence d'un

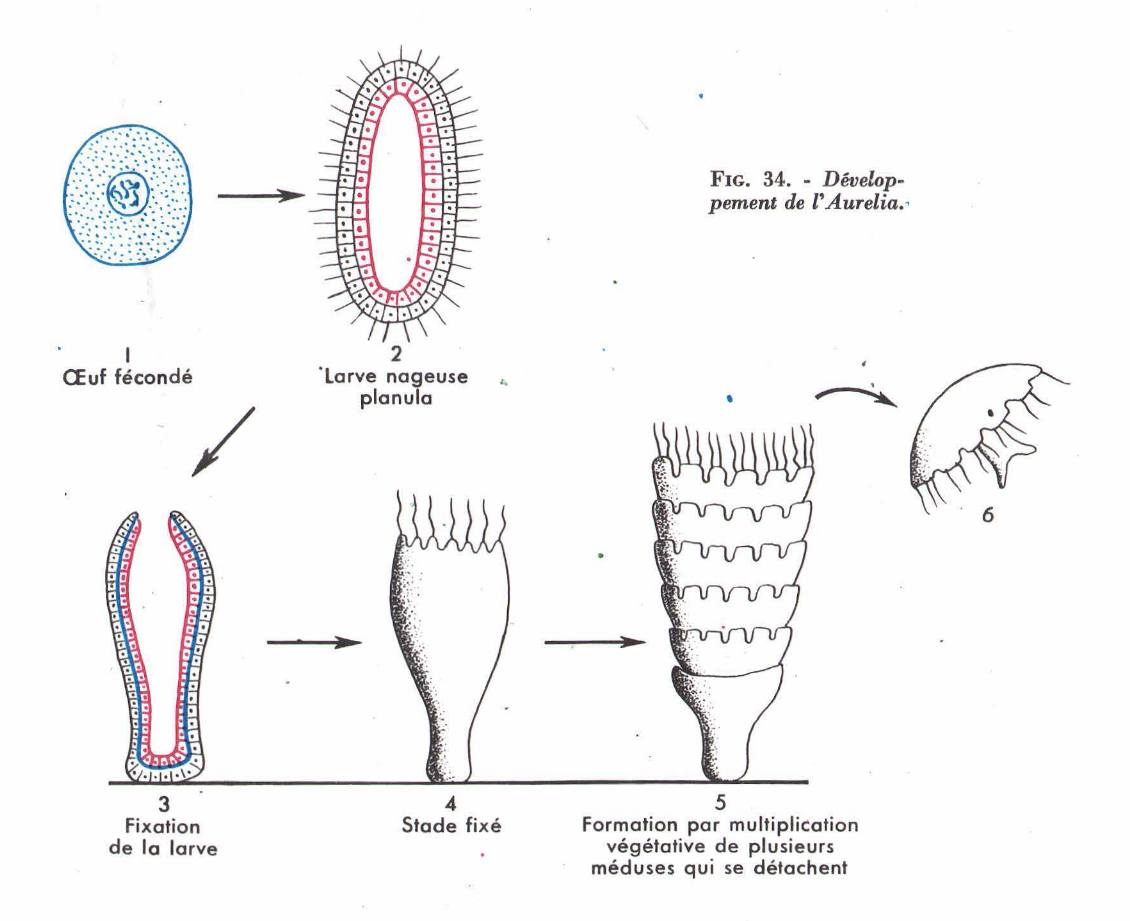


Fig. 34. - *Développement de l'Aurelia.*

procédé de multiplication végétative permettant la formation de plusieurs méduses à partir d'une seule larve.

La méduse Aurelia appartient à la classe des méduses **acalèphes** dont la vie se passe presque exclusivement sous forme d'individus libres.

3° LES ANÉMONES DE MER

Les Anémones de mer sont de gros polypes cylindriques, vivement colorés le plus souvent. On les trouve fixées sur les rochers ou les coquilles. Elles sont dépourvues de squelette et ne forment jamais de colonies. Ce sont des animaux carnassiers pouvant ingérer des proies relativement volumineuses : petits poissons, crevettes, petits crabes, etc..., qu'ils paralysent avec des organes urticants. Quelques espèces vivent en association avec des crustacés (pagures).

La bouche, située à la partie supérieure du corps, est entourée par des tentacules, riches en cellules urticantes, disposés sur plusieurs cercles. Le nombre de tentacules est toujours égal à un multiple de six. Lorsque l'animal est menacé, il peut se rétracter considérablement grâce à une musculature développée, rentrer ses tentacules à l'intérieur du corps, l'orifice buccal se maintenant fermé par un muscle circulaire (sphincter) très puissant.

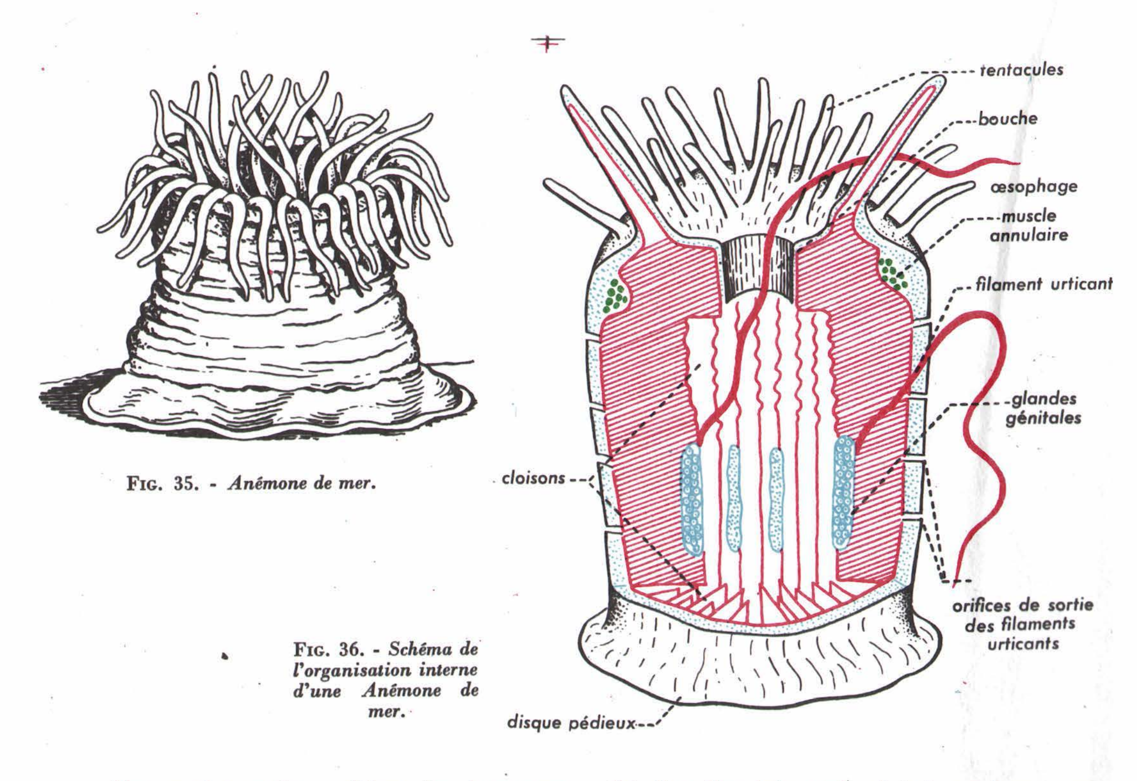


FIG. 35. - *Anémone de mer.*

FIG. 36. - *Schéma de l'organisation interne d'une Anémone de mer.*

Un court œsophage débouche dans une cavité digestive très vaste divisée en loges par des cloisons verticales et incomplètes, en nombre égal à celui des tentacules. Sur ces cloisons s'attachent de longs et fins filaments contractiles, riches en cellules urticantes, qui peuvent passer à l'extérieur, soit par la bouche, soit par des orifices de la paroi du corps. Entre l'ectoderme qui recouvre le corps et l'endoderme qui tapisse la cavité digestive, se trouve une mésoglée consistante. Les glandes reproductrices sont logées dans l'épaisseur des cloisons. Les œufs fécondés se développent dans la mer ; parfois, ils restent dans la cavité digestive où ils commencent leur développement.

On peut signaler des cas assez fréquents de reproduction asexuée par division longitudinale, aboutissant à la formation de deux individus qui restent parfois réunis par leur pied. La régénération est aussi très active.

Les Anémones de mer appartiennent à la classe des **Actiniaires,** car elles présentent, comme tous les animaux de cette classe, une cavité digestive divisée en loges par des cloisons.

L'HYDRE d'eau douce, l'OBELIA, la méduse AURELIA, les ANÉMONES DE MER, sont des animaux aquatiques à symétrie radiaire. La cavité digestive ne possède qu'une seule ouverture. Leur corps est formé seulement de deux feuillets, l'ectoderme et l'endoderme, séparés par une mésoglée plus ou moins importante.

Tous ces animaux appartiennent à l'EMBRANCHEMENT DES **CŒLENTÉRÉS.**

3

L'OURSIN LIVIDE

Les Oursins sont des animaux marins vivant par groupes de nombreux individus. Certains Oursins, comme l'Oursin livide (fig. 37), creusent dans les rochers des cavités où ils se logent. On peut se procurer facilement des Oursins, même loin de la mer, dans les poissonneries : en effet, les glandes génitales sont comestibles.

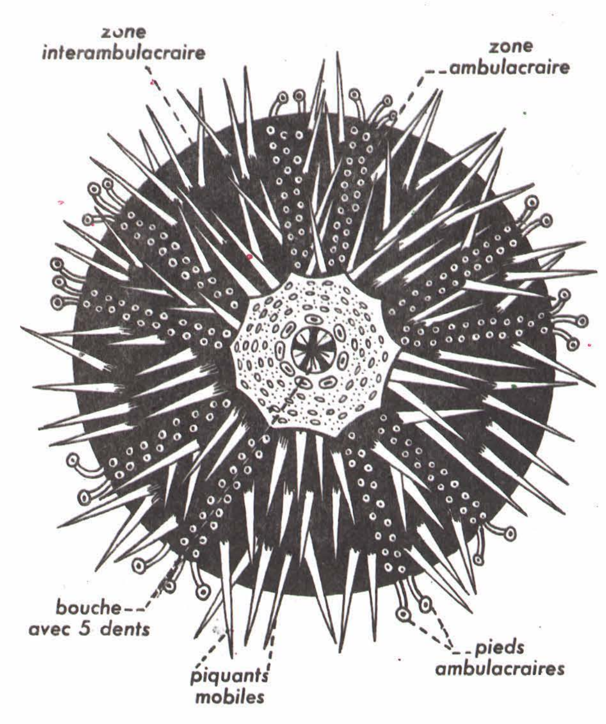


FIG. 37. - *Oursin vivant observé par le pôle buccal.*

1° ÉLEVAGE

Les Oursins récoltés, ou achetés vivants, peuvent être conservés en vie dans de l'eau de mer, ou dans une solution ayant la composition suivante (1) :

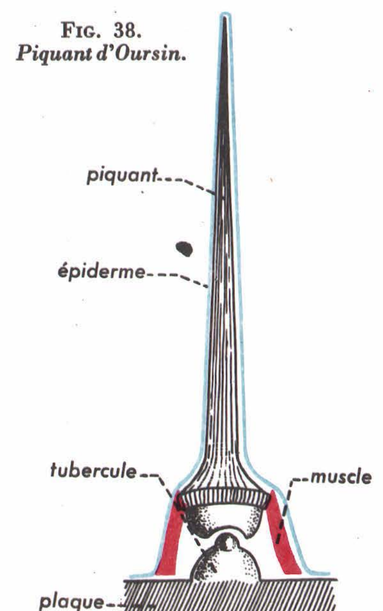
Eau : 2 litres.
Chlorure de sodium : 45 g.
Sulfate de magnésium : 3,5 g.
Chlorure de magnésium : 5 g.
Sulfate de potassium : 2 g.

2° DESCRIPTION ET STRUCTURE

Anatomie externe a) **Aspect général.** Le corps, dont la couleur varie du vert olive au violet foncé (livide = violet foncé), a la forme d'un globe aplati, ce qui permet de distinguer deux pôles. La bouche occupe le pôle inférieur, et un système de plaques est situé au pôle supérieur. Sous une peau fine se trouve une carapace rigide, appelée **test,** formée d'un grand nombre de plaques calcaires soudées entre elles. Presque toute la surface du corps est recouverte de **piquants mobiles** qui se détachent assez facilement du test. L'aspect général de l'Oursin lui a valu le nom de « châtaigne de mer ».

b) **Étude d'un piquant** (fig. 38). Comme les plaques calcaires du test, les piquants sont recouverts par **l'épiderme** qui est souvent déchiré par la pointe. Un piquant est articulé à sa base sur un tubercule arrondi porté par une plaque calcaire. Des muscles, formant une gaine à sa base, peuvent le mettre en mouvement. La cassure du piquant nous montre qu'il possède une structure cristalline : ce calcaire cristallisé est de la calcite.

FIG. 38. *Piquant d'Oursin.*



(1) Cette solution peut également être utilisée pour les autres invertébrés marins.

c) **Étude des pieds ambulacraires** (fig. 39 et 48). Sur les Oursins vivants les pieds ambulacraires ont l'aspect de petits tentacules terminés par une ventouse. Ils sont localisés selon 5 zones rayonnantes appelées **zones ambulacraires.** Sur les Oursins morts, les pieds ambulacraires sont rétractés et il est nécessaire de les chercher à la loupe entre les piquants. Observé au microscope, un ambulacre se présente comme un petit tentacule souple, plein de liquide, terminé par une ventouse pourvue d'une armature de 4 ou 5 plaques calcaires dentelées et perforées. Ces organes constituent la partie externe visible d'un **appareil ambulacraire,** ou appareil aquifère, que nous retrouverons au cours de l'étude de l'anatomie interne.

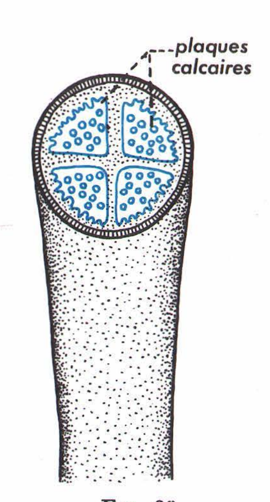


Fig. 39. *Extrémité d'un pied ambulacraire avec sa ventouse.*

d) **Étude des pédicellaires** (fig. 41). Grattons avec la pointe d'un scalpel la membrane entourant la bouche, et montons le produit du grattage dans une goutte d'eau entre lame et lamelle. On aperçoit de petites pinces microscopiques, appelées **pédicellaires,** formées de trois dents articulées. Certains de ces pédicellaires sont venimeux. Les pinces sont reliées au corps par une tige souple vers son extrémité, mais contenant à sa base une baguette calcaire rigide.

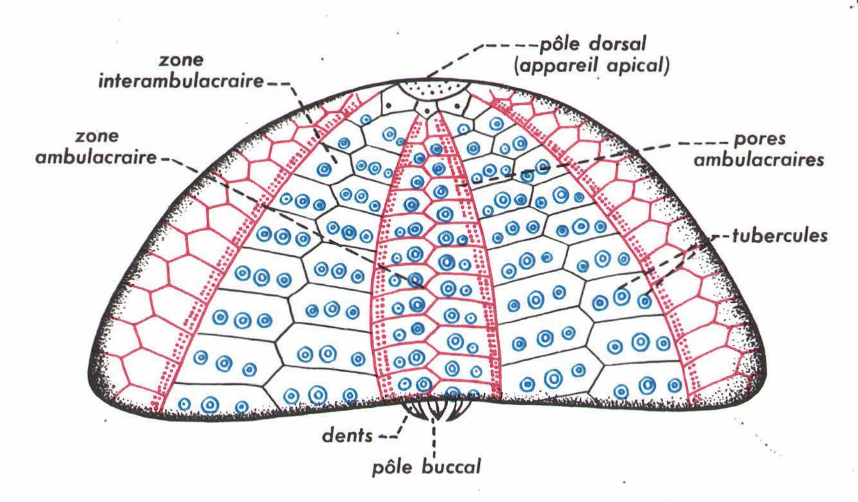


Fig. 40. - *Test d'Oursin débarrassé de ses piquants (vue latérale).*

Fig. 41. - *Pédicellaire d'Oursin.* →

e) **Étude du test** (fig. 40). Pour étudier le test, il est nécessaire, au préalable, de le débarrasser des piquants par un brossage énergique. Après rinçage, on observe à la surface du test de nombreuses petites saillies, arrondies et lisses, de taille variable : ce sont les **tubercules** sur lesquels venaient s'articuler les piquants. La structure du test apparaît plus nettement sur la face interne. On pratique donc, à l'aide d'une scie à métaux ou avec de forts ciseaux, une incision circulaire à mi-chemin entre la bouche et l'anus, en laissant une charnière d'ouverture en II (fig. 44). On observe la face interne des deux calottes ainsi obtenues.

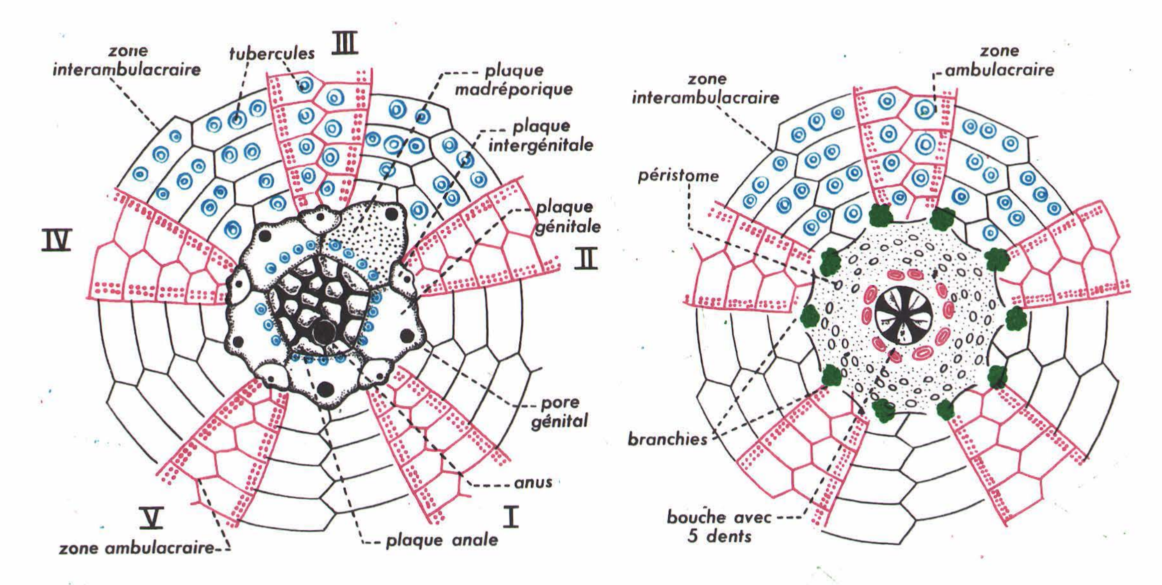


FIG. 42. - *Appareil apical de l'Oursin.*

FIG. 43. - *Pôle buccal d'un Oursin (sans les piquants).*

On voit alors que le test est formé de petites plaques calcaires pentagonales soudées entre elles et disposées en 10 zones comprenant chacune deux files de plaques. Les 10 zones se divisent elles-mêmes en :

— 5 zones radiaires étroites ;

— 5 zones interradiaires larges.

Les zones radiaires alternent avec les zones interradiaires. Les plaques des zones radiaires sont perforées ; par ces perforations, ou **pores ambulacraires,** sortent les ambulacres étudiés plus haut. Sur chaque plaque, les pores ambulacraires sont disposés selon une double rangée dessinant une ligne légèrement arquée.

Les 5 zones radiaires forment les **zones ambulacraires.** Les 5 zones interradiaires, dépourvues de pores, sont les **zones interambulacraires.**

En résumé, le test de l'Oursin est donc formé de 10 doubles rangées de plaques calcaires, étroitement soudées, qui lui donnent une rigidité caractéristique.

f) **Étude de l'appareil apical** (fig. 42). A l'opposé de la bouche se trouve un ensemble de plaques auquel on donne le nom d'appareil apical. Cette étude sera réalisée à la loupe.

Au centre de l'appareil apical, on observe une membrane contenant de petites plaques calcaires. Elle est perforée d'un orifice : l'anus. Cette membrane anale est entourée de 5 grandes plaques pentagonales qui font face chacune à une zone interambulacraire. Chaque plaque possède un orifice, le **pore génital,** d'où le nom de plaques génitales qui leur est donné. L'une de ces 5 plaques, plus volumineuse que les autres, est criblée de pores minuscules : c'est la **plaque madréporique** qui permet la pénétration de l'eau de mer à l'intérieur de l'Oursin.

Alternant avec les 5 plaques génitales, 5 autres plaques, plus petites, situées en face des zones ambulacraires, constituent les **plaques intergénitales** ou plaques **radiales.** Elles sont percées chacune d'un très petit orifice par où passe un nerf qui se ramifie sur la partie externe du test.

g) **Étude de l'appareil buccal** (fig. 43). L'appareil buccal occupe le pôle inférieur. Il est formé par une membrane souple, granuleuse, contenant des plaques calcaires atrophiées, et 10 petites plaques plus développées correspondant aux premières plaques ambulacraires : c'est la **zone péribuccale.** Au centre s'ouvre la bouche d'où sortent **5 dents calcaires** dures,

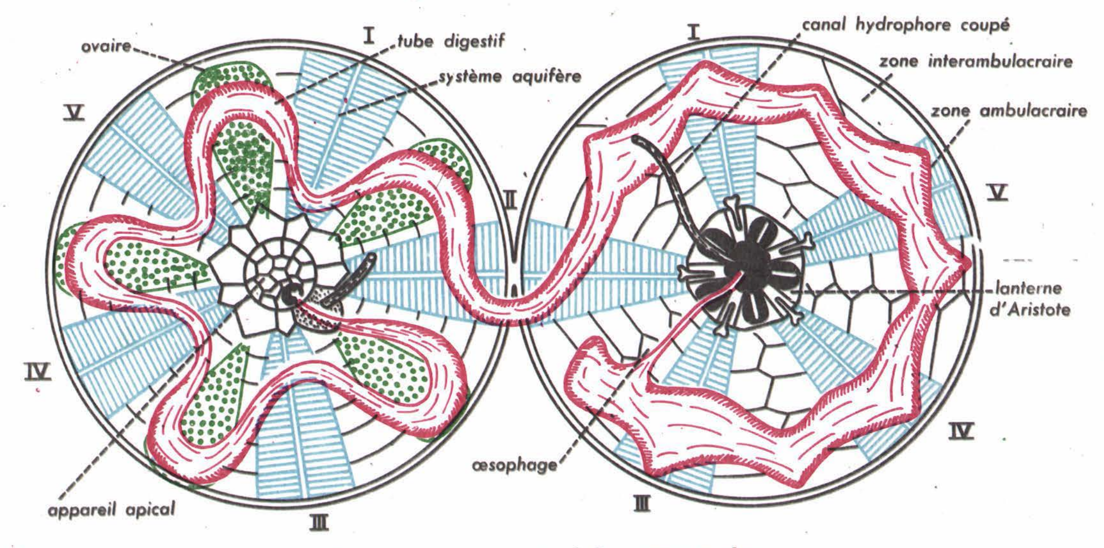
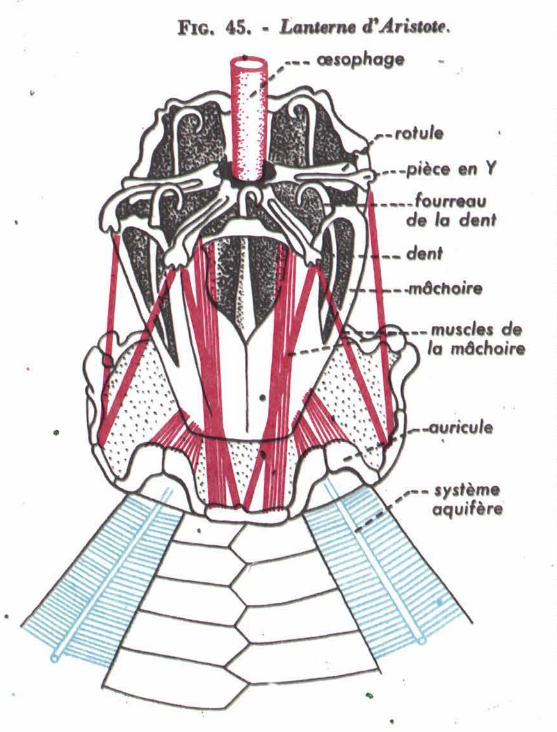


Fig. 44. - *Oursin ouvert avec les organes en place.*

taillées en biseau. Sur le pourtour de la membrane péribuccale, on peut apercevoir, sur un Oursin vivant placé dans de l'eau de mer, 5 paires de petites houppes : les **branchies.**

Anatomie interne On ouvre l'Oursin de la même façon que pour l'étude du test. Puis on sépare délicatement les hémisphères que l'on place côte à côte dans une cuvette à dissection contenant de l'eau (fig. 44).

Fig. 45. - *Lanterne d'Aristote.*



A. - **Étude de l'hémisphère inférieur.**

a) Au centre se trouve l'**appareil masticateur,** ou **lanterne d'Aristote** (fig. 45), de forme pyramidale. Il comprend **5 mâchoires** calcaires soudées reliées entre elles par des muscles et des ligaments ; chaque mâchoire possède une **dent** à croissance continue dont la pointe dure sort par la bouche (fig. 46). Vers l'intérieur, cette dent se continue par un fourreau membraneux qui assure sa croissance. L'appareil masticateur est actionné par un système de muscles et de ligaments qui s'attachent d'une part sur les mâchoires, d'autre part sur un système circulaire de plaques saillantes situées sur le bord interne des plaques péribuccales : les **auricules.** Au centre de cet appareil

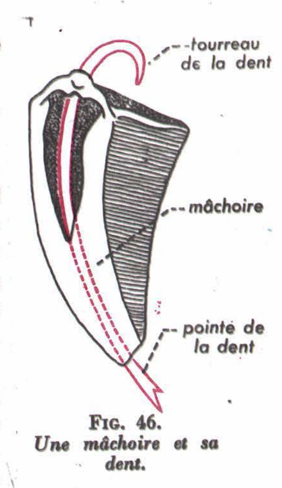


Fig. 46. *Une mâchoire et sa dent.*

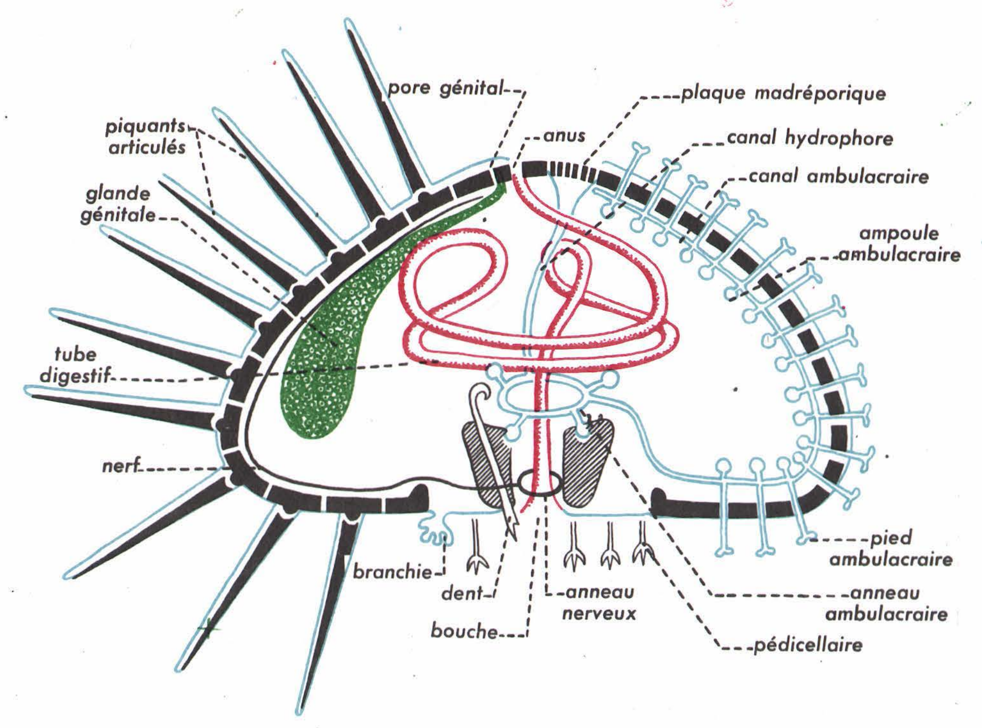


FIG. 47. - *Schéma de l'organisation interne de l'Oursin.*

se trouve la bouche. L'**œsophage** se continue par un **tube digestif** sinueux et fragile, bourré de vase et de sable, dessinant un double cercle à l'intérieur du test.

b) **L'appareil aquifère** (fig. 47) s'observe facilement sur les 5 zones ambulacraires. Chacune est parcourue sur toute sa longueur par un canal radial, ou **canal ambulacraire.** Les 5 canaux ambulacraires partent d'un **anneau ambulacraire** entourant l'œsophage au-dessus de la lanterne d'Aristote. Cet anneau ambulacraire communique avec l'extérieur par le **canal hydrophore** qui aboutit à la plaque madréporique. Tous les pieds ambulacraires communiquent avec le canal ambulacraire. Une ampoule ambulacraire (fig. 48), en se contractant, chasse l'eau dans le pied, ce qui le gonfle et le fait saillir à l'extérieur.

B. - **Étude de l'hémisphère supérieur.**

On retrouve une anse du tube digestif qui aboutit à l'anus. Cinq glandes génitales, granuleuses et jaune orangé chez la femelle, plus fines et d'un jaune plus pâle chez le mâle, sont situées au niveau des zones interambulacraires. Les cellules reproductrices mâles et femelles, ou **gamètes,** parvenues à maturité, sortent par les pores génitaux.

Le long de chaque zone ambulacraire on rencontre à nouveau l'appareil aquifère.

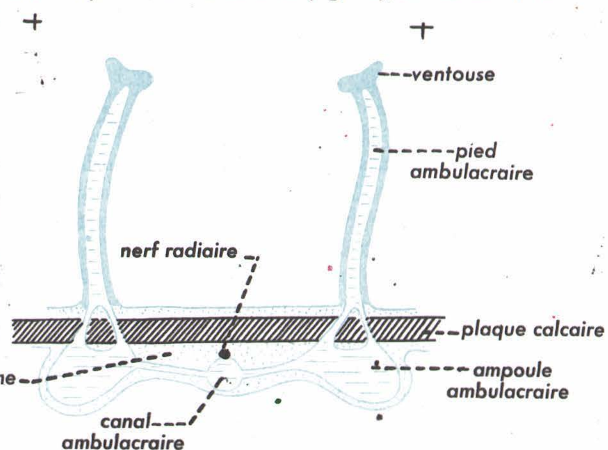


FIG. 48. - *Rapports des pieds ambulacraires avec l'appareil aquifère.*

3° BIOLOGIE

Sensibilité Si l'on touche un piquant d'un Oursin vivant, il réagit par un mouvement dû à la contraction des muscles qui forment une gaine à sa base. L'excitation se transmet progressivement aux piquants voisins, ce qui peut provoquer le déplacement de l'animal. Le système nerveux est formé d'un anneau entourant l'œsophage (fig. 47) et de 5 nerfs partant de cet anneau. Chaque nerf longe une zone ambulacraire, passe par l'orifice d'une plaque intergénitale de l'appareil apical et se ramifie extérieurement dans la membrane qui recouvre le test de l'animal.

D'autre part, les pédicellaires, répartis sur toute la surface du test mais particulièrement nombreux autour de la bouche, permettent à l'Oursin de se débarrasser des algues et des animaux microscopiques qui pénètrent entre les piquants. Certains pédicellaires contiennent un venin paralysant et peuvent jouer un rôle de défense contre des adversaires dangereux, l'Étoile de mer par exemple.

Locomotion Les Oursins sont fixés dans les trous des rochers par leurs pieds ambulacraires, et il faut tirer fortement pour les en déloger. Mais ils peuvent se déplacer lentement, soit à l'aide de leurs piquants qui jouent le rôle de béquilles, soit à l'aide de leurs pieds ambulacraires dont les ventouses adhèrent au rocher et tirent l'animal en se contractant.

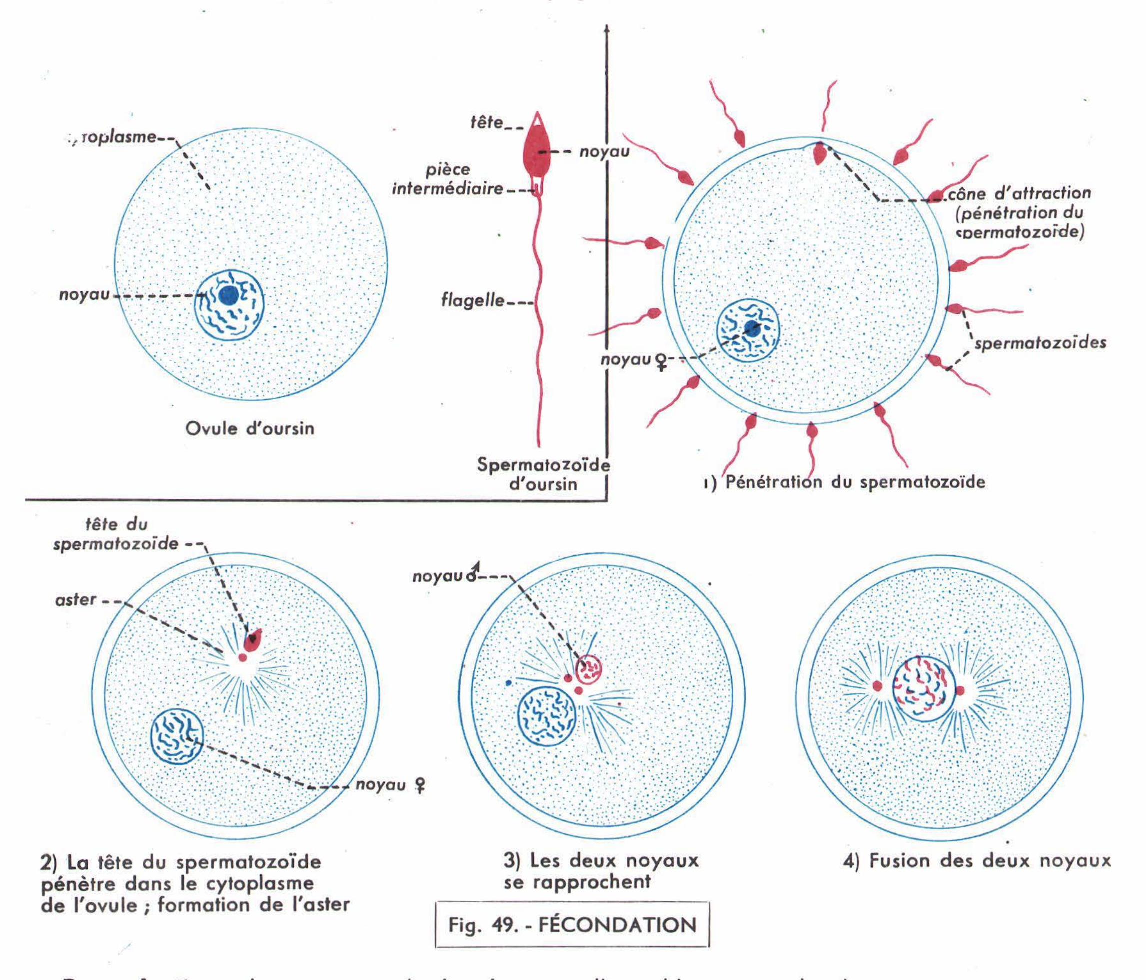
Nutrition L'Oursin se nourrit de petits animaux et de débris d'algues. Les proies de petites tailles (petits mollusques, petits crustacés) sont souvent paralysées par le venin des pédicellaires, puis saisies par les ventouses des pieds ambulacraires et transportées à la bouche où elles sont déchirées par les 5 dents aiguës taillées en biseau. Ces dents, actionnées par des muscles puissants, arrivent parfois à perforer les dures carapaces des crustacés ou les coquilles des mollusques.

Les aliments sont attaqués par des sucs digestifs pendant leur trajet à l'intérieur de l'intestin. Ces sucs sont produits par les cellules de la paroi intestinale (pas de glandes digestives).

Circulation La cavité générale de l'Oursin est remplie d'un liquide qui, en gros, a la composition de l'eau de mer. L'analyse chimique révèle, en outre, la présence de substances protéïques provenant de l'absorption des aliments digérés. Quelques cellules amiboïdes se déplacent dans ce liquide.

L'appareil ambulacraire, ou **système aquifère** (fig. 47), est considéré comme l'ébauche d'un appareil circulatoire. Il comprend le **canal hydrophore,** ou canal du sable, qui communique avec l'extérieur par les pores de la plaque madréporique ; ce canal aboutit à un **anneau ambulacraire** d'où partent **5 canaux radiaires** (un par zone ambulacraire) qui se terminent en cul-de-sac au voisinage de l'appareil apical. Sur toute leur longueur, ils envoient de courtes branches transversales, parallèles et serrées, terminées par des **ampoules ambulacraires** qui communiquent directement avec les **pieds ambulacraires.** Ces derniers sortent par les pores des plaques ambulacraires. Lorsque l'ampoule se contracte, elle chasse l'eau dans le pied qui s'allonge grâce à l'élasticité de sa paroi. Cet appareil contient un liquide de composition voisine de celle de l'eau de mer, avec laquelle il communique.

Respiration L'Oursin possède 5 paires de branchies, petites touffes membraneuses situées sur le bord de la membrane péribuccale. La respiration s'effectue surtout au niveau des pieds ambulacraires, où une circulation permanente est assurée grâce à la présence de cils vibratiles sur la paroi interne des canaux qui relient la partie externe du pied au canal ambulacraire.



Ovule d'oursin

1) Pénétration du spermatozoïde

2) La tête du spermatozoïde pénètre dans le cytoplasme de l'ovule ; formation de l'aster

3) Les deux noyaux se rapprochent

4) Fusion des deux noyaux

Fig. 49. - FÉCONDATION

Reproduction Les sexes sont séparés, sans dimorphisme sexuel externe.

A. - **Étude du gamète femelle** (fig. 49). Avec la pointe du scalpel, on prélève un petit fragment d'ovaire que l'on agite dans un verre de montre contenant de l'eau de mer. Une goutte du mélange est montée entre lame et lamelle et observée au microscope. Les gamètes femelles, ou **ovules,** sont de grosses cellules sphériques (100 à 200 microns de diamètre) présentant un gros noyau clair, bien visible. Le cytoplasme renferme du **vitellus,** matière nutritive de réserve destinée à nourrir l'embryon pendant son développement.

B. - **Étude du gamète mâle, ou spermatozoïde** (fig. 49). Effectuer la même préparation que pour l'étude des ovules. Au microscope, on aperçoit les gamètes mâles, ou **spermatozoïdes,** qui nagent activement dans l'eau de mer grâce à un flagelle. L'étude après coloration montre que le spermatozoïde se compose **d'une tête** presque entièrement constituée par un noyau, d'une pièce intermédiaire et d'un flagelle locomoteur. Sa longueur est d'une trentaine de microns.

C. - **Fécondation expérimentale.** Dans le verre de montre où se trouvent les ovules mûrs, on ajoute, à l'aide d'une pipette, une petite quantité du liquide contenant les spermatozoïdes. Une goutte du mélange est placée entre lame et lamelle. Bientôt, chaque ovule est entouré d'un nuage de spermatozoïdes. Des expériences ont montré que les ovules attiraient les spermatozoïdes grâce à la sécrétion d'une substance chimique. Ce déplacement orienté de cellules mobiles, sous l'influence d'une substance chimique, porte le nom de **chimiotactisme.**

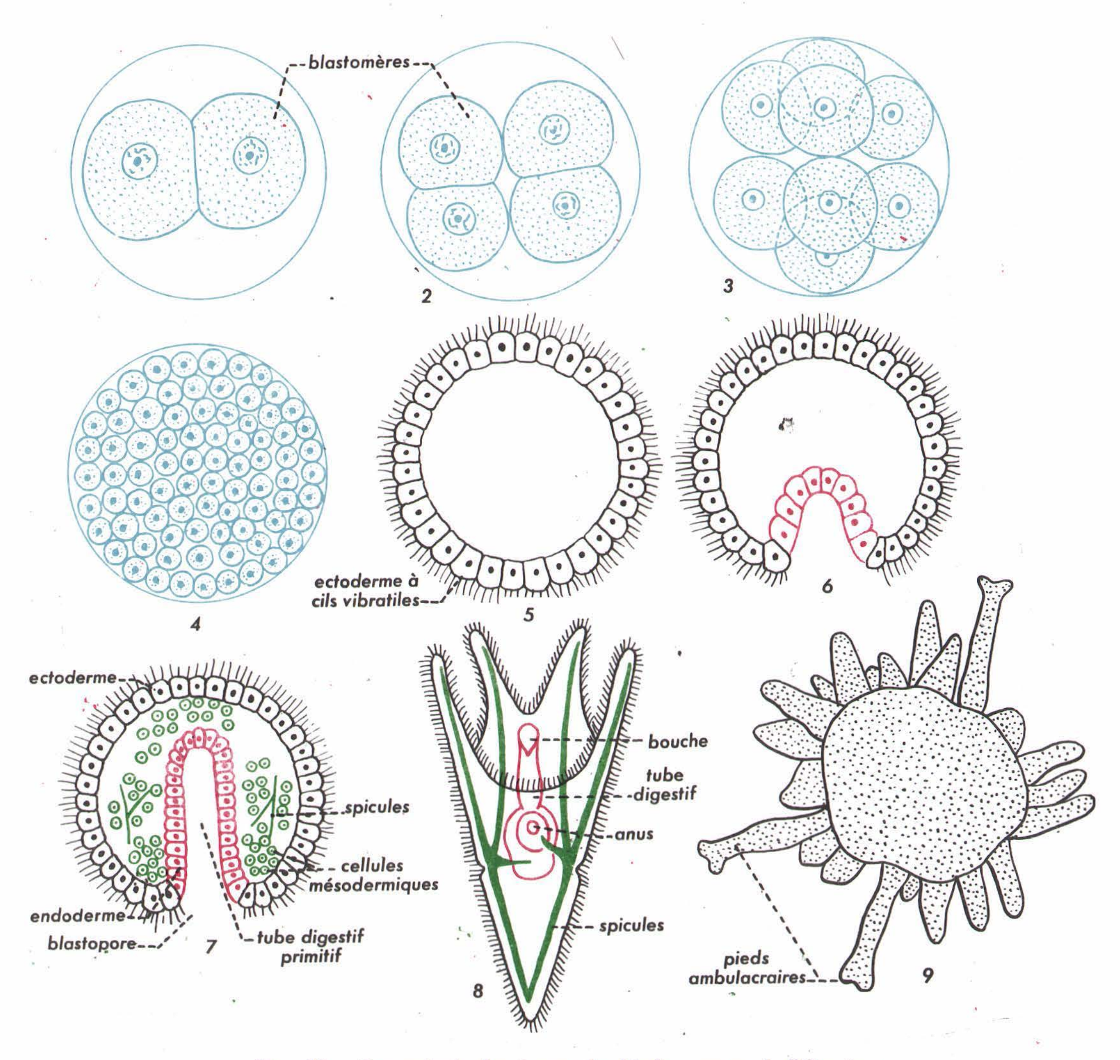


FIG. 50. - *Les principales étapes du développement de l'Oursin :*
1. *Stade II;* 2. *Stade IV;* 3. *Stade VIII;* 4. *Stade* morula; 5. *Stade* blastula; 6. *Début de la formation de la* gastrula; 7. Gastrula *formée;* 8. *Larve* pluteus; 9. *Jeune Oursin en formation.*

Un spermatozoïde pénètre dans un ovule au niveau d'une légère déformation périphérique appelée cône de fécondation. Le noyau du spermatozoïde se gonfle, se rapproche du noyau de l'ovule, et se fusionne avec lui. L'ovule est maintenant un **œuf fécondé.**

D. - **Développement embryologique.** On pourra garder dans de l'eau de mer des œufs fécondés, et observer pendant quelques jours les principales phases du développement embryologique jusqu'à l'obtention de la larve **pluteus,** à partir de laquelle se formera l'Oursin (fig. 50).

4° PLACE DE L'OURSIN DANS LE RÈGNE ANIMAL

L'Oursin appartient au sous-règne des **MÉTAZOAIRES** (corps constitué d'un grand nombre de cellules). C'est un Métazoaire à **symétrie rayonnée.** On le classe dans :

L'embranchement des ÉCHINODERMES :

- Symétrie rayonnée.
- Corps protégé par des plaques calcaires.
- Présence d'un appareil ambulacraire.

La classe des ÉCHINIDES :

- Plaques calcaires soudées en un test rigide.
- Piquants longs et mobiles.
- Pores ambulacraires situés sur des zones ambulacraires bien développées.

L'ordre des OURSINS RÉGULIERS :

- Test globuleux à symétrie pentamérique (5 rayons) bien régulière.
- Appareil apical nettement différencié.
- Appareil masticateur perfectionné.

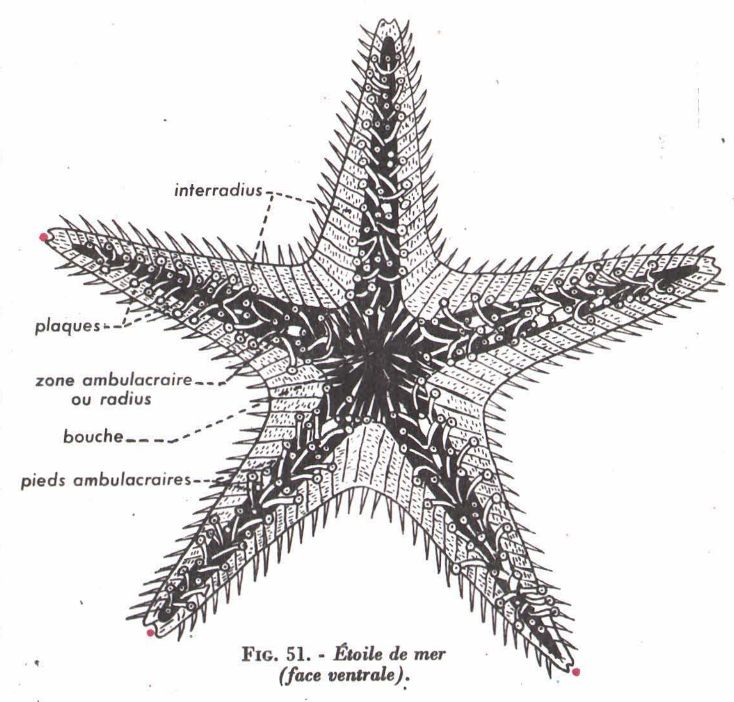


FIG. 51. - *Étoile de mer (face ventrale).*

ANIMAUX VOISINS DE L'OURSIN

L'embranchement des **ÉCHINODERMES comprend, outre les ÉCHINIDES,** les classes suivantes : **STELLÉRIDES, CRINOÏDES, OPHIURIDES, HOLOTHURIDES.**

1. - **La classe des STELLÉRIDES :** exemple l'Astérie. L'Astérie est une « Étoile de mer » très commune sur les grèves à marée basse. La symétrie pentaradiaire est très nette car le corps a la forme d'une étoile à 5 branches. Il n'existe pas de test, la peau contenant simplement de nombreuses plaques calcaires non soudées entre elles, hérissées de piquants courts et fragiles. A l'extrémité de chaque bras, on peut observer une tache rouge qui fonctionne comme un organe visuel très simple (tache oculaire ou ocelle). On distingue nettement une face ventrale (fig. 51) au centre de laquelle se trouve la bouche, et une face dorsale (fig. 52) avec une plaque madréporique bien visible. L'anus existe, mais il n'est pas fonctionnel.

FIG. 52. - *Étoile de mer (face dorsale).*

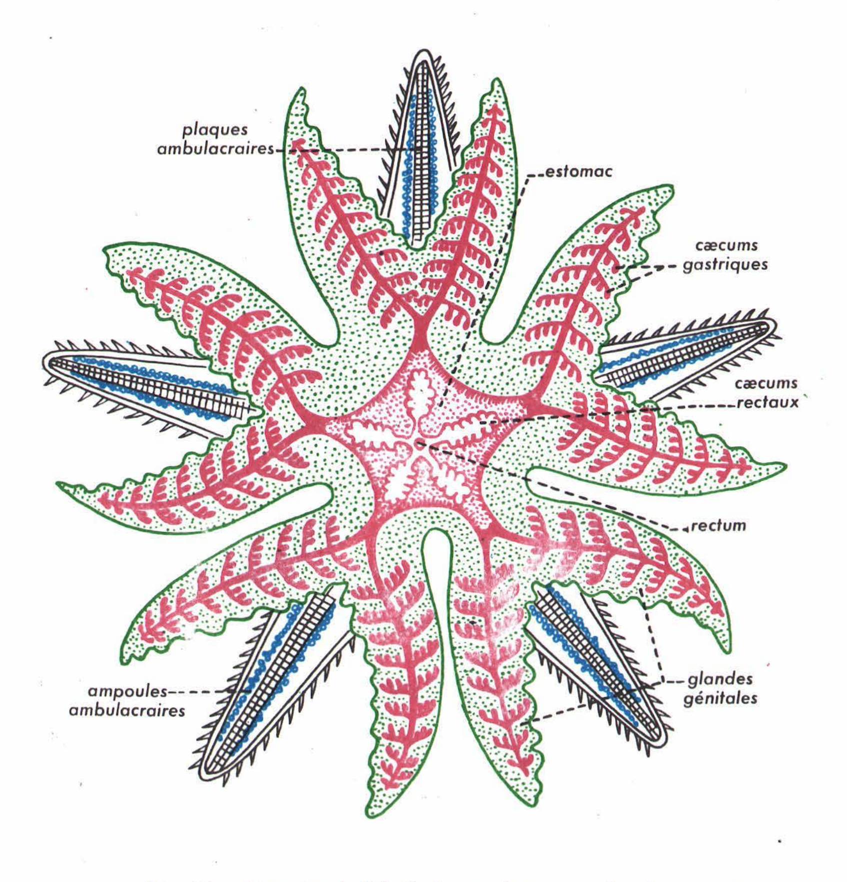


FIG. 53. - *Dissection de l'Étoile de mer ; le tégument dorsal étant enlevé, on voit les organes en place.*

L'Astérie se nourrit de mollusques (Huîtres, Moules) et d'Oursins. On peut donc la considérer comme un animal franchement nuisible dans les parcs à huîtres ou à moules. Grâce à ses ambulacres situés sur la face ventrale dans des gouttières (fig. 53), l'Astérie applique fortement ses bras sur les valves d'une Moule, par exemple, et réussit à provoquer la déchirure des muscles adducteurs (voir étude de la Moule). L'Astérie n'a pas de dents comme l'Oursin. Elle fait sortir par la bouche son estomac retourné et applique la surface digestive sur la proie. La digestion s'effectue sur place dans la coquille même de la Moule. Les chairs sont rapidement liquéfiées par des sucs digestifs puissants, et les produits de la digestion absorbés par la paroi gastrique.

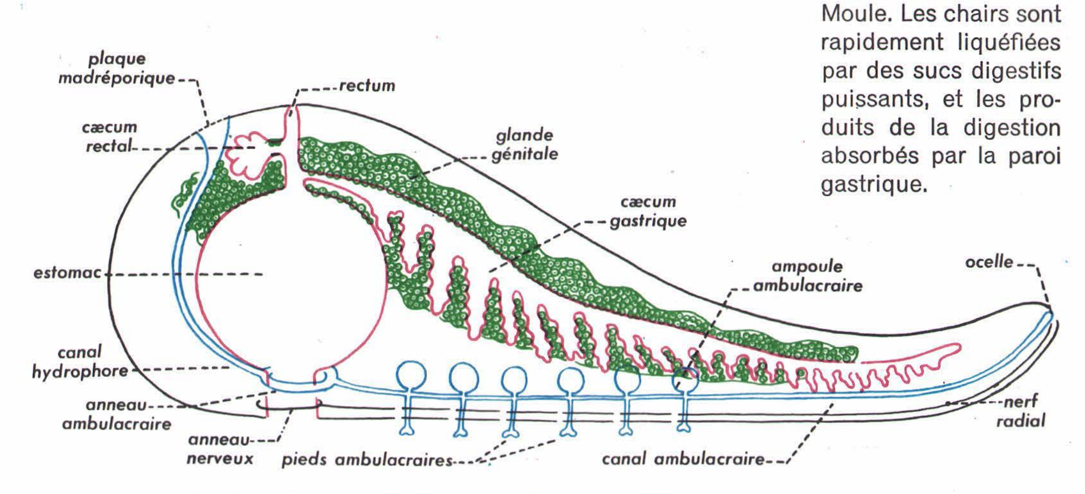


FIG. 54. - *Coupe verticale du disque et d'un bras de l'Étoile de mer (schématique).*

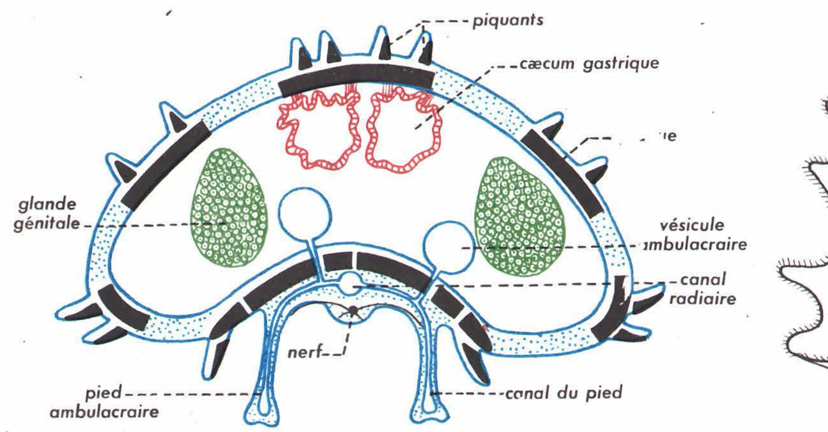


FIG. 55. - *Coupe transversale schématique d'un bras de l'Étoile de mer.*

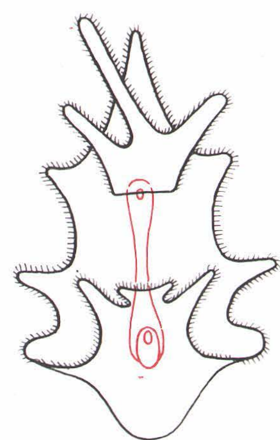


FIG. 56.
Larve bipinnaria d'Étoile de mer.

La reproduction de l'Astérie et le début du développement de l'œuf ressemblent beaucoup à ceux de l'Oursin. Mais la larve ciliée nageuse (fig. 56) est différente (larve bipinnaria). Notons enfin que l'Astérie possède un fort pouvoir de régénération. Un bras amputé est remplacé, et il est même possible d'obtenir une nouvelle Astérie à partir d'un bras séparé du corps.

2. - **Les Ophiures** (classe des **OPHIURIDES**) ressemblent aux Étoiles de mer mais les bras, plus grêles, sont nettement distincts du disque central. Les bras ne renferment pas de ramifications de l'appareil digestif. Les sillons ambulacraires, très courts, ne se prolongent pas le long des bras. La plaque madréporique se trouve sur la face ventrale.

3. - **La classe des CRINOÏDES** ne comprend qu'un seul genre commun : le genre **Comatule**, fréquent sur nos côtes. Le corps est constitué par un disque fixé au rocher à l'aide d'appendices articulés, les cirres. Du corps partent 10 bras articulés et pennés. Les Comatules peuvent se détacher du rocher et nager au moyen de leurs bras.

4. - **La classe des HOLOTHURIDES** renferme des animaux bien différents de ceux des autres classes d'Échinodermes. Les pêcheurs de nos côtes appellent les Holothuries « Cornichons de mer », ce qui évoque bien l'aspect de ces animaux au corps grossièrement cylindrique. A l'une des extrémités se trouve la bouche, entourée le plus souvent par des tentacules ramifiés ; l'anus est à l'autre extrémité. En coupe transversale, on s'aperçoit que le corps n'est pas cylindrique, mais pentagonal. Les angles correspondent à 5 zones ambulacraires pourvues en général de pieds ambulacraires courts terminés par des ventouses. Les téguments contiennent des plaques calcaires isolées, très petites et de formes variées.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES ÉCHINODERMES

En résumé, les animaux appartenant à l'embranchement des **ÉCHINODERMES** présentent les caractères communs suivants :

— Métazoaires marins à symétrie rayonnée (5 rayons le plus souvent).
— Peau contenant toujours des pièces calcaires.
— Appareil ambulacraire communiquant avec l'eau de mer.

4

LE VER DE TERRE OU LOMBRIC

Le Lombric est très commun dans la terre des jardins où il creuse des galeries. Il sort surtout la nuit ou après la pluie. De nombreux tortillons de terre à la surface du sol signalent la présence des Lombrics. On les récolte sans peine en bêchant la terre dans les endroits humides et en pulvérisant les mottes. Ils restent vivants longtemps dans une boîte contenant de la terre humide ou du marc de café.

1° DESCRIPTION ET STRUCTURE

Anatomie externe a) **Aspect général.** L'étude de l'anatomie externe du Lombric est plus facile sur un Lombric tué. Pour cela, il suffit de le plonger dans de l'eau contenant un peu de chloroforme, ou de le placer dans un flacon bouché renfermant un tampon d'ouate imbibé d'éther.

Le corps est mou; en gros, il a la forme d'un cylindre allongé, de couleur rougeâtre, formé de nombreux anneaux (100 à 180). La peau, rendue humide et visqueuse par du mucus, est légèrement irisée. Cet aspect est dû à la présence d'une mince couche de chitine transparente : la **cuticule.**

On distingue facilement une face dorsale et une face ventrale ; cette dernière, plus plate et moins colorée que la face dorsale, possède des rangées de crochets que l'on sent bien en passant le doigt de l'arrière vers l'avant. Il est facile de distinguer la partie antérieure, plus effilée, plus colorée, de la partie postérieure. De plus, cette partie antérieure possède sur la face dorsale, vers le 35ᵉ anneau, un renflement portant le nom de **selle** ou de **clitellum.**

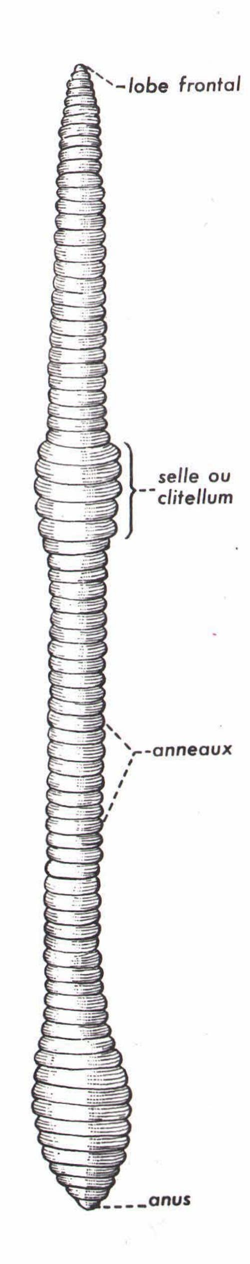


Fig. 57. - *Lombric.*

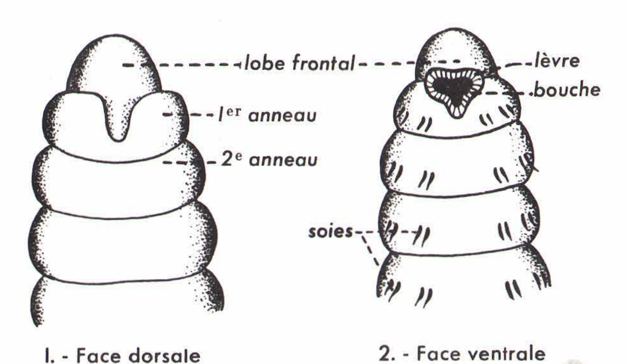


Fig. 58. - *Le lobe frontal et les premiers anneaux du Lombric.*

Dans la même région, sur la face ventrale, on peut voir par transparence des masses blanchâtres : les organes génitaux.

b) **Description des différentes régions.** Tout à l'avant, se trouve le **lobe frontal** (fig. 58). Ensuite viennent les **anneaux.** Le premier anneau porte, sur la face ventrale, la **bouche** entourée de grosses lèvres que l'on peut faire sortir en appuyant sur les premiers anneaux.

Toujours sur la face ventrale, on voit du 10e au 13e anneau, par transparence, les **organes génitaux.** Sur le 14e anneau s'ouvrent les deux orifices femelles, et sur le 15e une paire d'orifices génitaux mâles à bords épais, plus visibles que les orifices femelles. Le Ver de terre est un animal **hermaphrodite,** c'est-à-dire à la fois mâle et femelle.

Du 33e au 37e anneau s'étend un renflement très net sur la face dorsale : la **selle** ou **clitellum ;** nous verrons plus loin le rôle de cet organe. Au moment de la reproduction, deux lignes blanchâtres, les **crêtes sexuelles,** relient les orifices génitaux mâles au clitellum.

La région postérieure, plus large, possède des anneaux aplatis. L'**anus** se trouve à l'extrémité du dernier anneau appelé **pygidium.**

Chaque anneau du Lombric porte quatre paires de crochets minuscules, les **soies,** deux paires ventrales et deux paires latérales, que l'on observe bien avec une bonne loupe. Il existe également, sur la face ventrale de chaque anneau, deux orifices excréteurs difficiles à voir.

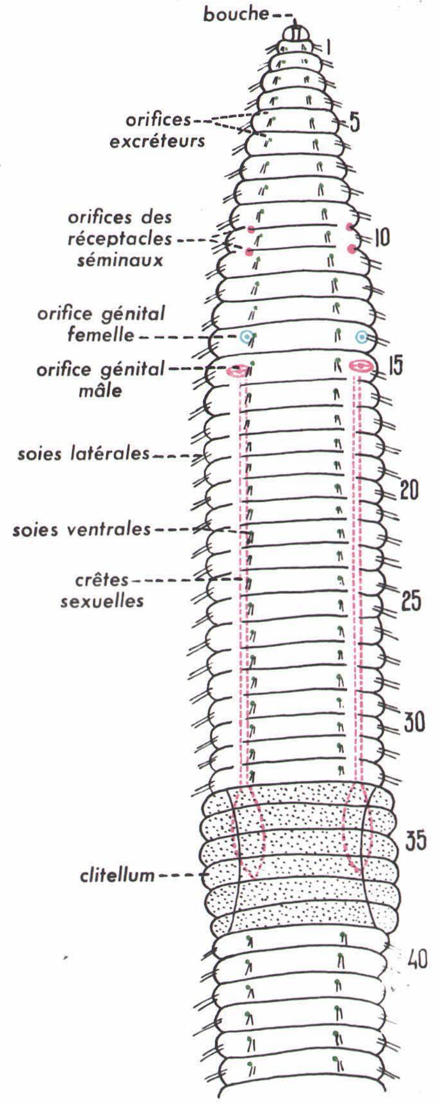


Fig. 59.
Partie antérieure du Lombric (face ventrale).

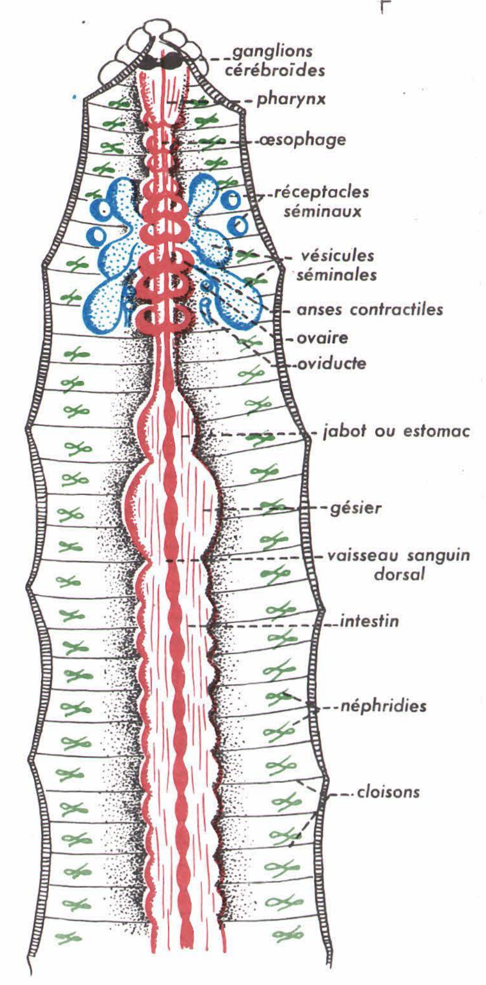


Fig. 60. - *Région antérieure du Lombric ouverte par la face dorsale ; on voit les organes en place.*

Anatomie interne **Description sommaire de la dissection** (fig. 60 et 62). Le Lombric est épinglé dans la cuvette à dissection, face ventrale contre le liège. A l'aide de ciseaux fins, on incise la peau sur toute la longueur du corps en suivant la ligne médiane. Les deux bords déterminés par l'incision sont rabattus latéralement et soigneusement épinglés. On observe alors : les muscles qui tapissent la peau, le tube digestif, les organes génitaux, les organes excréteurs. Pour étudier le système nerveux, il est nécessaire d'enlever le tube digestif, ce qui permet également une observation plus précise de l'appareil reproducteur et de l'appareil urinaire. Il est bon de compléter la dissection par l'examen d'une coupe transversale à la loupe binoculaire et au microscope (coupe du commerce).

a) **La peau et les muscles** (fig. 61). La **peau** est formée extérieurement par un **épiderme** recouvert d'une **cuticule chitineuse** très fine, et en profondeur par le **derme.** Elle est doublée par **deux couches de muscles superposées :** une couche de muscles circulaires et une couche de muscles longitudinaux ; ces derniers forment quatre bandes : une bande dorsale, une bande ventrale et deux bandes latérales. Pour observer les soies (fig. 62), il suffit de découper un petit fragment de peau au niveau des soies latérales ou ventrales ; observer au microscope dans une goutte d'eau entre lame et lamelle. Chaque soie sort d'un sac, ou follicule, sur la base duquel s'attachent les muscles qui servent à la faire saillir.

b) **Le tube digestif** (fig. 60). Le tube digestif est rectiligne. A la **bouche** fait suite un **pharynx** mus-

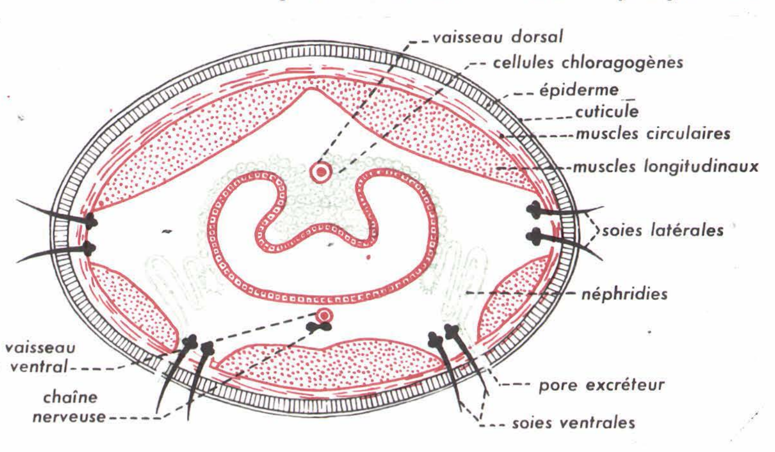


Fig. 61. - *Coupe transversale schématique d'un anneau du Lombric. (En réalité, les orifices excréteurs ne sont pas sur le même plan que les soies ventrales).*

culeux que continue un **œsophage** étroit aboutissant à un renflement, **l'estomac** ou **jabot,** lui-même suivi d'un **gésier à** parois très musculeuses. Le tube digestif se termine par un long **intestin.** Ce dernier se rétrécit au niveau de chaque cloison séparant les segments. Une **gouttière dorsale** parcourt le tube digestif sur toute sa longueur. A la surface du tube digestif, se trouve un tissu formé de cellules d'un brun verdâtre jouant un rôle dans l'élimination des déchets : c'est l'organe **chloragogène.**

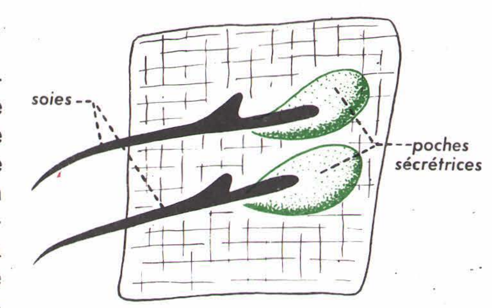


FIG. 62. - *Deux soies observées au microscope.*

c) **L'appareil circulatoire** (fig. 60 et 61). L'appareil circulatoire comprend :

— Un **vaisseau dorsal** situé au-dessus du tube digestif.
— Un **vaisseau ventral** situé sous le tube digestif.
— En avant, au niveau de l'œsophage, 5 à 8 paires de **vaisseaux latéraux,** ou **anses contractiles,** font communiquer le vaisseau dorsal avec le vaisseau ventral et assurent la propulsion du sang.
— En arrière de l'œsophage, le vaisseau dorsal est également relié au vaisseau ventral par des **anses latérales** non contractiles.

L'appareil circulatoire est donc entièrement clos.

d) **L'appareil urinaire** (fig. 60 et 63). Chaque segment possède une paire de tubes sinueux, les **tubes urinaires,** s'ouvrant chacun à l'extérieur par un orifice excréteur. Au microscope on voit que chaque tube urinaire comprend :

— Un **entonnoir cilié** qui s'ouvre à l'intérieur d'un segment.
— Un **tube fin** pelotonné, cilié sur sa face interne.
— Un **tube glandulaire** d'un diamètre plus élevé que le précédent, de couleur jaunâtre.
— Vers son extrémité, le tube se dilate pour former une **vésicule** s'ouvrant à l'extérieur par le **pore excréteur.**

Cet organe urinaire porte le nom de **néphridie.**

e) **Le système nerveux** (fig. 64). Il n'est visible dans son ensemble qu'une fois le tube digestif enlevé. En effet, comme chez tous les invertébrés, le système nerveux est ventral. C'est pour ne pas le léser que la dissection des invertébrés se fait presque toujours par la face dorsale.

Chez le Lombric, le système nerveux comprend :

— Une **chaîne nerveuse** formée de ganglions (2 ganglions soudés par anneau) reliés entre eux par des filets nerveux.

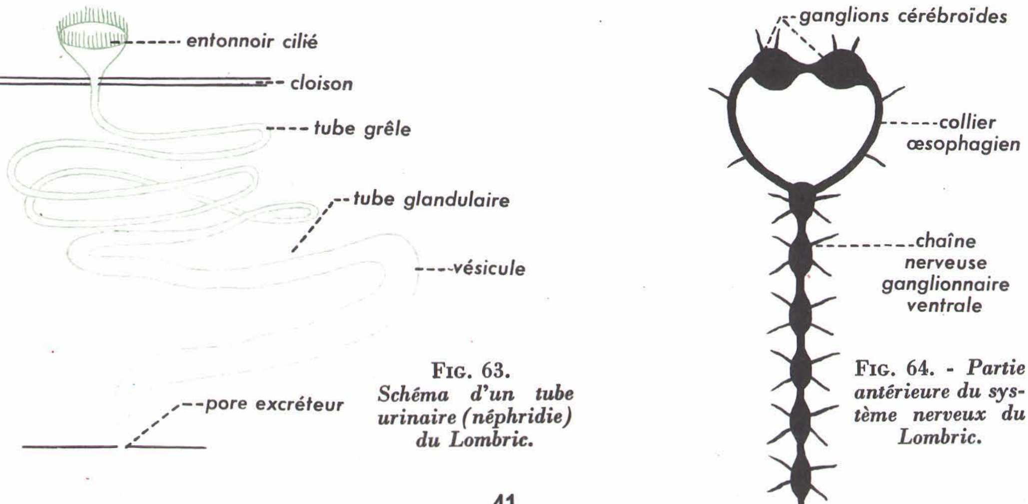


FIG. 63. *Schéma d'un tube urinaire (néphridie) du Lombric.*

FIG. 64. - *Partie antérieure du système nerveux du Lombric.*

— En avant, un **collier œsophagien** entoure la partie antérieure du tube digestif. Au-dessus de ce dernier, le collier porte deux **ganglions cérébroïdes.**

De tous les ganglions partent des filaments nerveux.

f) **Les organes génitaux.** Les organes génitaux seront étudiés en même temps que la reproduction.

2° BIOLOGIE

Sensibilité Extérieurement on ne distingue aucun organe des sens. Dans l'épiderme se trouvent des cellules sensorielles isolées ou groupées, plus nombreuses dans la partie antérieure du corps. Des filets nerveux les relient à la chaîne nerveuse.

Locomotion Sur le sol le Lombric se déplace par **reptation.** Son corps se contracte grâce aux muscles longitudinaux. Les soies décrites plus haut permettent au Lombric de prendre appui sur le sol ; elles méritent donc bien le nom de **soies locomotrices.** Le **mucus** sécrété par la peau facilite le glissement du Ver.

Dans le sol, le Ver de terre creuse des galeries dont le diamètre est égal à celui de son corps. L'extrémité antérieure se gonfle, devient dure, et peut ainsi pénétrer dans la terre humide. Le Ver avale également de la terre. Nous verrons plus loin qu'il y trouve ses aliments. Les Vers de terre contribuent dans des proportions considérables à l'aération du sol, aération nécessaire comme vous l'avez appris en Seconde. Le Lombric peut être considéré comme un animal utile.

Nutrition Le Lombric avale de la terre en creusant ses galeries. Il la rejette à la surface du sol par l'anus sous forme de tortillons caractéristiques. Pendant la traversée du tube digestif, les débris d'origine animale ou végétale, les protozoaires, les algues microscopiques, les bactéries, ont été digérés.

Circulation Sur toute sa longueur, le vaisseau dorsal est contractile ainsi que les anses latérales (fig. 60) appelées encore **cœurs latéraux.** Dans ce vaisseau dorsal le sang circule d'arrière en avant et les anses contractiles propulsent le sang vers le vaisseau ventral, non contractile, où le sang chemine d'avant en arrière. De l'**hémoglobine dissoute** dans le plasma colore le sang en rouge. La cavité générale du Lombric contient un liquide incolore, riche en globules blancs (leucocytes). Ces derniers se rencontrent également dans le sang.

Respiration Le Lombric ne possède pas d'appareil respiratoire. Les échanges gazeux s'accomplissent directement à travers la peau qui doit constamment rester humide : l'oxygène et le gaz carbonique ne traversent pas la peau si elle est sèche. Un Lombric laissé hors de la terre dans un air sec, meurt asphyxié. On comprend pourquoi le Lombric ne sort à la surface du sol que la nuit ou par temps de pluie. Pendant les périodes de sécheresse ou de gel, les Lombrics s'enfoncent profondément dans le sol.

Excrétion Les pavillons ciliés des néphridies puisent dans la cavité générale des substances de déchets (urée, acide urique) qui sont rejetées à l'extérieur par les pores urinaires. D'autre part, les cellules chloragogènes entourant l'intestin accumulent dans leur cytoplasme des granulations qui sont des substances de déchets. Les cellules bourrées de déchets se détachent et sont phagocytées par les globules blancs de la cavité générale.

Reproduction Le Lombric possède des organes reproducteurs mâles et femelles : c'est donc un animal hermaphrodite.

a) **L'appareil reproducteur mâle** comprend **deux paires de testicules** logées dans le 10e et le 11e anneaux. Les testicules communiquent avec trois paires de volumineuses **vésicules séminales** où les spermatozoïdes achèvent leur formation. Au moment de l'accouplement, les spermatozoïdes sont entraînés par deux paires de pavillons ciliés dans les conduits génitaux

mâles, ou **spermiductes,** qui débouchent à l'extérieur par **les orifices génitaux mâles** situés sur le 15ᵉ anneau.

En dilacérant une vésicule séminale sur une lame de verre, on peut observer les spermatozoïdes au fort grossissement du microscope. Ils sont souvent groupés autour d'une gouttelette de protoplasme.

b) **L'appareil reproducteur femelle** est formé par **une paire d'ovaires** logée dans le 13ᵉ anneau. A maturité, les ovules tombent dans **deux pavillons ciliés** se prolongeant par deux **oviductes** qui s'ouvrent à l'extérieur. **Les orifices génitaux femelles** sont situés sur le 14ᵉ anneau.

Enfin, dans le 9ᵉ et le 10ᵉ anneaux, on peut observer (fig. 65) deux paires de petits sacs, les **réceptacles séminaux,** servant au moment de l'accouplement à emmagasiner les spermatozoïdes du Lombric partenaire.

c) **Accouplement et fécondation.** Quand arrive la période de reproduction, les caractères sexuels apparaissent : le clitellum se développe, les organes génitaux deviennent bien apparents ; des crêtes sexuelles saillantes relient les organes mâles au clitellum. Les glandes

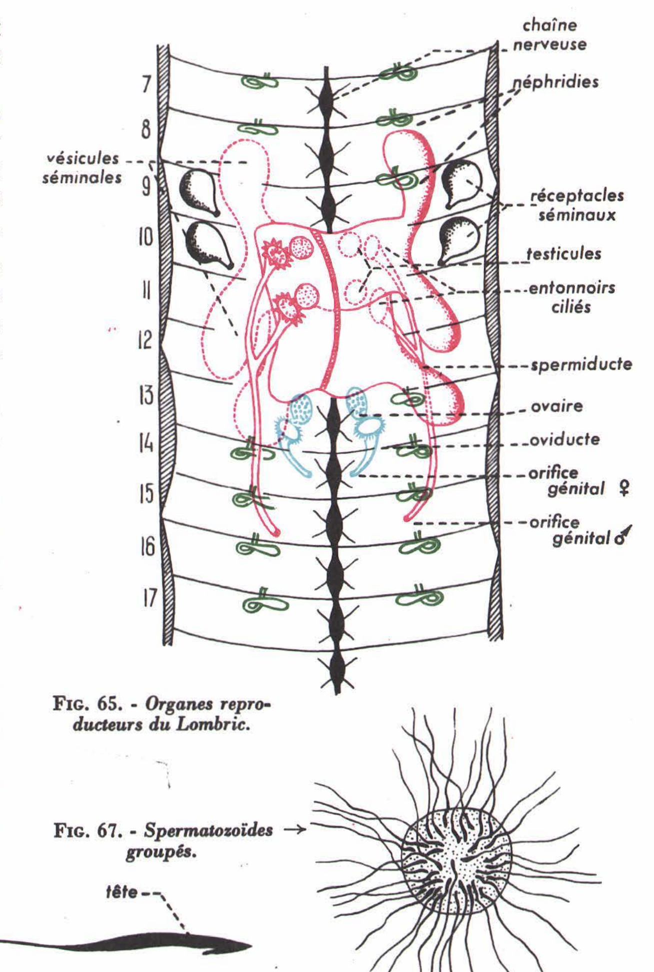


FIG. 65. - *Organes reproducteurs du Lombric.*

FIG. 67. - *Spermatozoïdes groupés.*

FIG. 66. - *Spermatozoïde de Lombric.*

reproductrices augmentent de volume. Les Lombrics, bien qu'hermaphrodites, ne peuvent se féconder eux-mêmes et l'accouplement est indispensable, les spermatozoïdes arrivant à maturité avant les ovules. Les deux Lombrics s'accouplent de telle façon (fig. 68) que le clitellum de l'un se trouve en face des réceptacles séminaux de l'autre. Les spermatozoïdes mis en liberté au niveau de l'orifice sexuel mâle s'écoulent le long de la crête sexuelle et pénètrent dans les réceptacles séminaux de l'autre Lombric. Les deux individus se séparent alors.

Au fur et à mesure de la ponte, les œufs sont fécondés par les spermatozoïdes mis en réserve dans les réceptacles séminaux. Les œufs fécondés sont agglomérés et entourés par un manchon de mucus sécrété par le clitellum. Ce manchon durcit : c'est là que s'effectue le

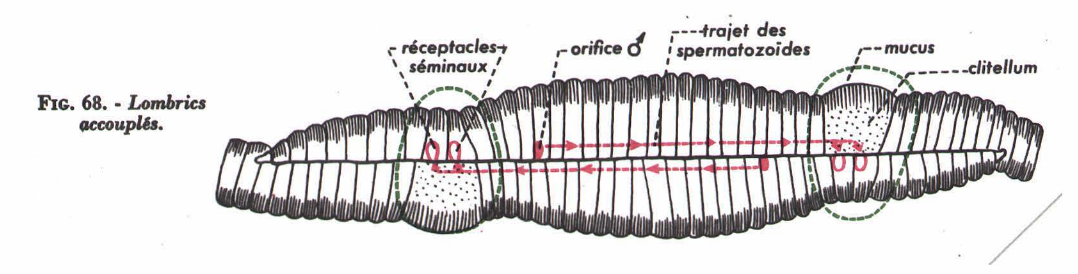


FIG. 68. - *Lombrics accouplés.*

développement, développement qui ne comporte pas de métamorphoses, ni de phase larvaire libre. L'éclosion d'un œuf donne naissance à un Lombric minuscule.

Régénération Le Lombric possède un pouvoir de régénération assez poussé; il est capable, en effet, de régénérer la partie antérieure ou la partie postérieure de son corps après section de ce dernier en deux parties.

3° PLACE DU LOMBRIC DANS LA CLASSIFICATION

Le corps du Lombric étant composé d'un grand nombre de cellules, c'est un **MÉTAZOAIRE.**

Le Lombric possède un corps mou, allongé, formé d'une suite d'anneaux. L'appareil excréteur est constitué par des néphridies. Remarquons enfin la **symétrie bilatérale** du corps. Ces caractères sont ceux de l'**embranchement des VERS.**

Le Lombric appartient à l'**Embranchement des VERS ANNELÉS** ou **ANNÉLIDES.**

Comme il possède seulement huit paires de soies par anneau, on le place dans la classe des **ANNÉLIDES OLIGOCHÈTES** (Oligochète = peu de soies).

Le Lombric est un Oligochète terricole, c'est-à-dire vivant dans la terre. Il existe des Oligochètes limicoles vivant dans les eaux douces et de plus petite taille que les Lombrics.

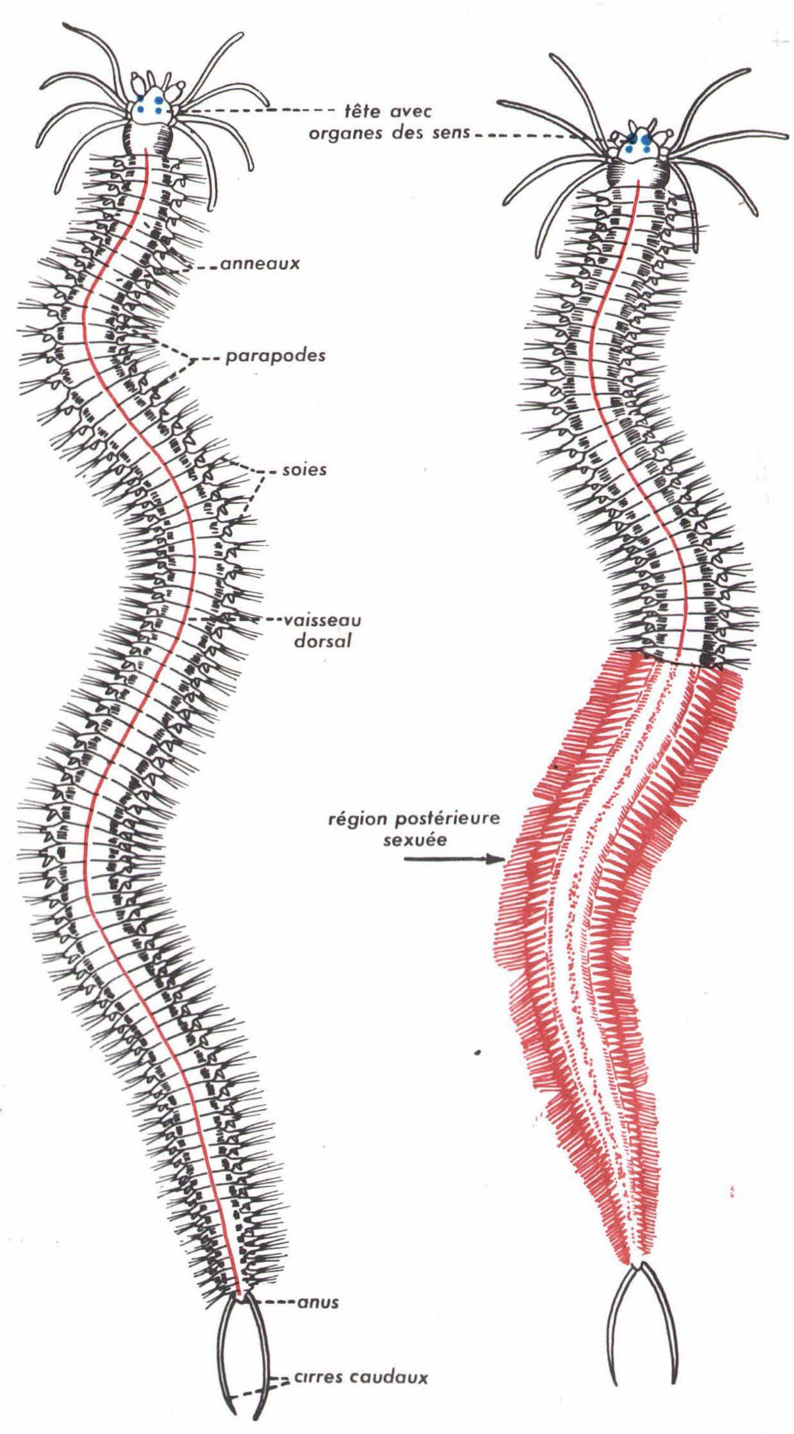


FIG. 69. - *Nereis; à gauche, en dehors de la période de reproduction; à droite, Nereis mâle à l'époque de la reproduction.*

5

LA NEREIS

Les Nereis sont des Vers marins très communs sur nos côtes. Il en existe plusieurs espèces ; certaines, comme celle que nous allons décrire, vivent dans la vase ou parmi les algues. D'autres, de petite taille, se trouvent dans les coquilles des Mollusques Lamellibranches (Huîtres par exemple). On peut les conserver vivantes pendant quelques jours dans de petits paquets de Fucus entourés d'un linge humide.

1° DESCRIPTION ET STRUCTURE

L'observation de l'animal vivant (fig. 69) se fait dans une petite cuve de verre contenant de l'eau de mer, ou, plus simplement, dans une soucoupe. Les différentes parties seront étudiées à la loupe simple et à la loupe binoculaire.

Le corps, souple et allongé, mesure une dizaine de centimètres de longueur environ. Il est formé de nombreux **anneaux** bien apparents. A l'avant, on distingue nettement la tête. Le dernier anneau porte le nom de pygidium.

La tête ***(fig. 70)*** La tête est formée par le **lobe frontal,** qui porte les organes des sens, et par le **premier anneau** sur la face ventrale duquel s'ouvre la bouche.

Sur le lobe frontal on peut observer :

— 2 paires d'**yeux simples,** ou taches oculaires, la première paire étant plus développée que la seconde.

— Une paire d'**antennes,** courtes et filiformes.

— En arrière des antennes, une paire de **palpes** épais et renflés.

— 4 paires de **cirres tentaculaires** allongés et flexibles.

La bouche, située sur le premier anneau, est ventrale. Sur la Nereis vivante, on voit souvent sortir de la bouche une **trompe** formée par le pharynx. L'animal peut la rentrer et la sortir à volonté. Pour bien observer la trompe, il est nécessaire de tuer la Nereis en ajoutant une petite quantité d'acide acétique à l'eau de mer de la soucoupe. Dans ces conditions, l'animal meurt la trompe en extension. A la loupe, on voit nettement **deux mâchoires chitineuses** saillantes denticulées (fig. 70). La trompe porte également à sa surface plusieurs groupes de petites dents chitineuses.

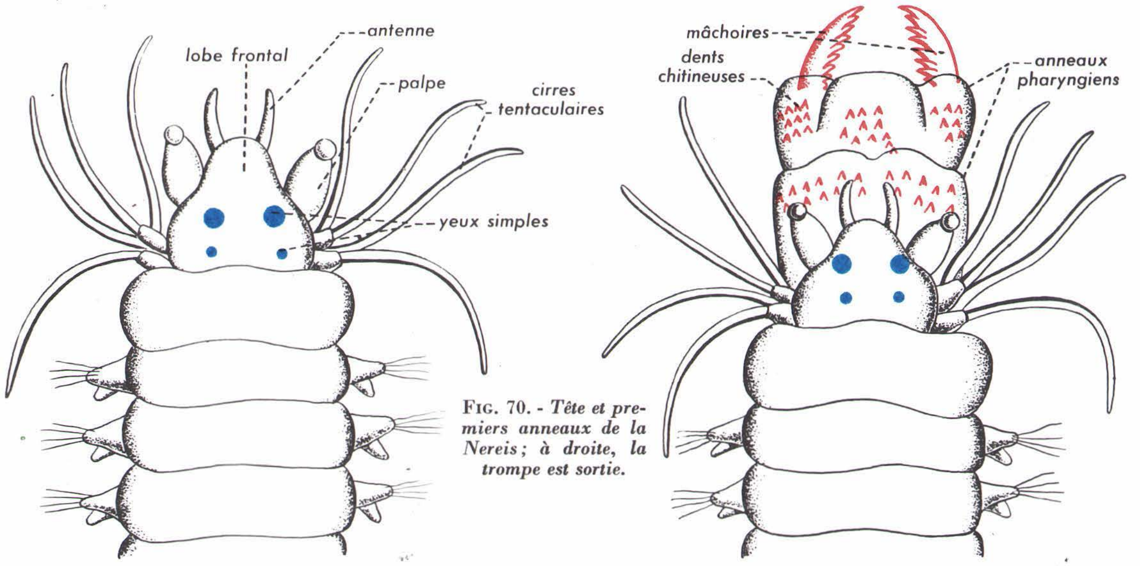


FIG. 70. - *Tête et premiers anneaux de la Nereis ; à droite, la trompe est sortie.*

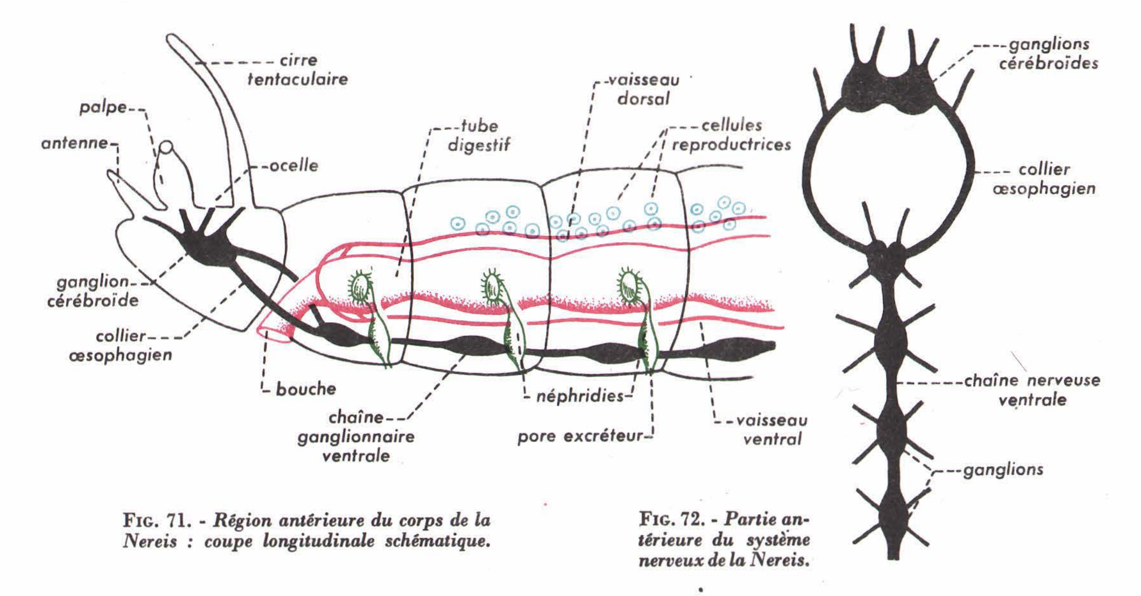


FIG. 71. - *Région antérieure du corps de la Nereis : coupe longitudinale schématique.*

FIG. 72. - *Partie antérieure du système nerveux de la Nereis.*

Le corps (fig. 71) Le corps est formé, nous l'avons vu, de nombreux anneaux tous semblables. Chaque anneau porte deux expansions latérales, les **parapodes** (fig. 73 et 75). Un parapode est formé de deux rames bilobées : **la rame dorsale** et **la rame ventrale.** Chaque rame porte un tentacule court : **le cirre dorsal** et **le cirre ventral.** Sur les rames sont également fixées de nombreuses soies allongées.

L'observation d'un anneau détaché du corps, au faible grossissement du microscope (fig. 73), montre que chaque rame est soutenue par une tige chitineuse rigide interne, **l'acicule.** Des muscles s'attachent, d'une part sur la face interne de la peau, d'autre part à la base de l'acicule. A un plus fort grossissement (fig. 74), on voit que les soies des parapodes sont des soies composées. Chaque soie est formée d'une **hampe** qui s'enfonce dans le parapode, et d'un **article terminal** long et mince, articulé sur la hampe.

Le pygidium Le dernier anneau du corps, ou **pygidium** (fig. 77), est dépourvu de parapodes, mais possède deux prolongements fins, en forme de tentacules : les **cirres caudaux.** L'anus se trouve à l'extrémité du pygidium.

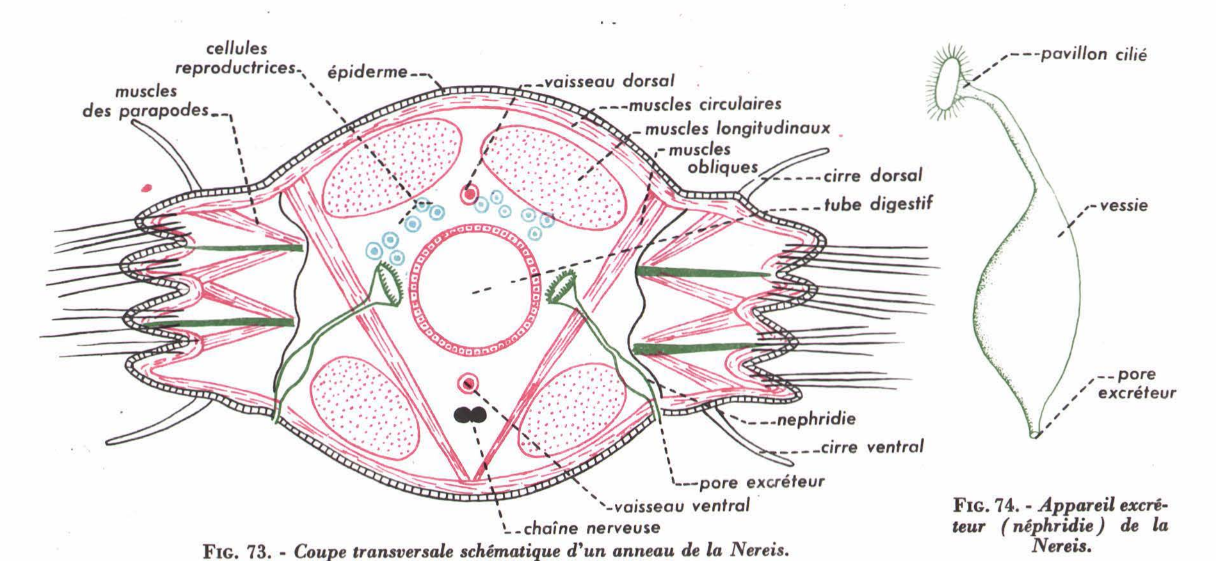


FIG. 73. - *Coupe transversale schématique d'un anneau de la Nereis.*

FIG. 74. - *Appareil excréteur (néphridie) de la Nereis.*

2° BIOLOGIE DE LA NEREIS

Sensibilité

Nous avons observé les organes des sens portés par la tête. Les cirres sont riches en cellules sensorielles. Ces organes des sens variés permettent à la Nereis de se diriger et de rechercher sa nourriture. Ils sont reliés au système nerveux, composé, comme chez le Lombric, d'une chaîne nerveuse ventrale, d'un collier œsophagien et de ganglions cérébroïdes (fig. 72).

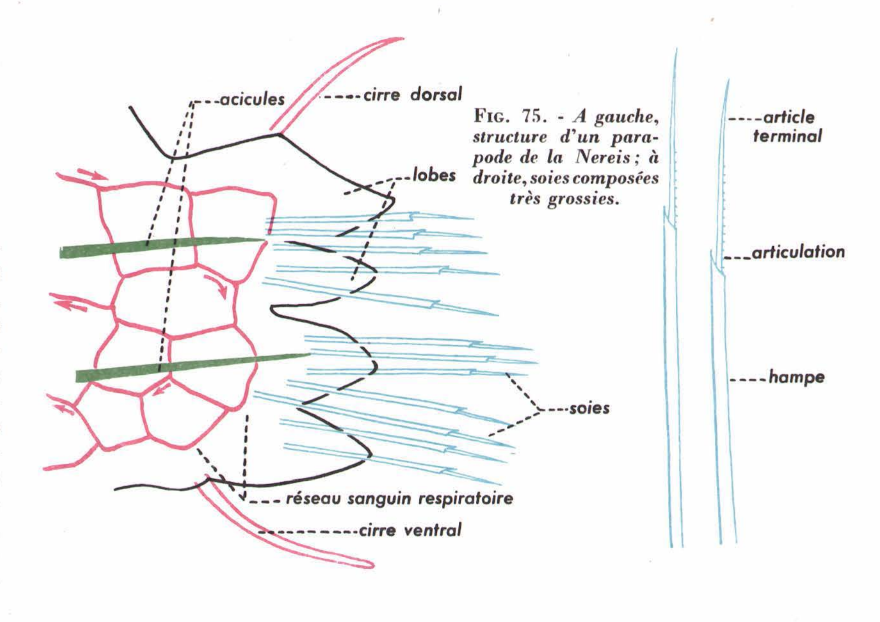


Fig. 75. - *A gauche, structure d'un parapode de la Nereis ; à droite, soies composées très grossies.*

Locomotion La Nereis se déplace par des mouvements d'ondulation de son corps, mouvements dus à la présence de muscles circulaires, longitudinaux et obliques (fig. 73). Les parapodes, actionnés par les muscles des acicules, mettent en mouvement les soies qui battent l'eau comme autant de minuscules rames. La Nereis prend également appui sur ses soies pour se déplacer parmi les plantes ou sur les rochers.

Nutrition La Nereis se nourrit d'algues et de débris d'animaux qui sont saisis par les mâchoires de la trompe ; cette dernière est garnie également de petites dents (fig. 70) qui achèvent la mastication. Le tube digestif s'étend en ligne droite jusqu'à l'anus. Il présente un étranglement au niveau de chaque cloison séparant deux anneaux.

Circulation Dans le **vaisseau dorsal** (fig. 69, 71, 73), visible par transparence à travers la peau, le sang circule d'arrière en avant grâce aux contractions de la paroi de ce vaisseau. Un **vaisseau ventral** est relié au premier par des **anses transversales** au niveau de chaque anneau; le sang y circule d'avant en arrière. L'appareil circulatoire est complètement clos.

Le sang est coloré en rouge par de l'hémoglobine dissoute dans le plasma ; il n'y a pas de globules rouges, mais seulement de nombreux globules blancs. Un liquide incolore, appelé lymphe, contenant également des globules blancs, remplit les cavités de chaque anneau.

Respiration Chez la Nereis, les parapodes renferment un riche réseau de capillaires sanguins ; les échanges gazeux de la respiration s'accomplissent au travers de la peau, entre le sang des capillaires et l'eau de mer.

Excrétion Chaque anneau possède une paire d'appareils excréteurs, les **néphridies** (fig. 73 et 74). Une néphridie comprend un **pavillon cilié** qui s'ouvre dans la cavité de l'anneau, et un **canalicule sinueux** renflé à sa partie inférieure en une **vessie.** La néphridie débouche à l'extérieur par un **pore excréteur.**

Reproduction et développement Les sexes sont séparés ; les cellules reproductrices se groupent dans les anneaux de la partie postérieure du corps sans former de glandes génitales bien différenciées. Au moment de la reproduction, la partie postérieure du corps change d'aspect et prend une couleur rouge prononcée. Les parapodes se colorent également et les soies s'allongent en prenant la forme de palettes. Les organes internes s'atrophient dans cette partie du corps, et les anneaux deviennent de simples sacs remplis de cellules reproductrices. Au niveau de la tête, les organes des sens se dévelop-

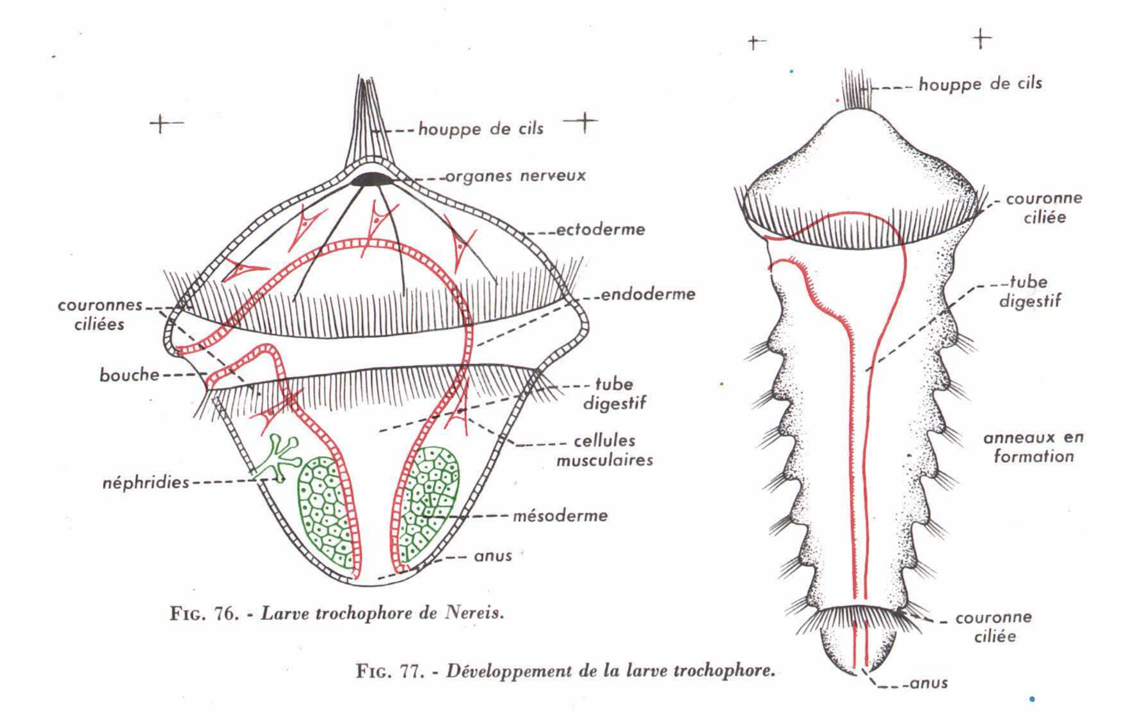


FIG. 76. - *Larve trochophore de Nereis.*

FIG. 77. - *Développement de la larve trochophore.*

pent, en particulier les taches oculaires ; on dit alors que cette Nereis est une **forme épitoque,** ou **hétéronereis** (fig. 69).

Attirées par la lumière (phototropisme positif), les hétéronereis quittent le fond de la mer et mènent alors une vie pélagique. A une période fixe, les produits sexuels sont rejetés à l'extérieur par une déchirure de la peau, et la fécondation s'accomplit dans l'eau de mer.

L'œuf fécondé donne naissance à une larve nageuse qui ressemble à une toupie microscopique munie de deux couronnes ciliées : c'est la **larve trochophore** (fig. 76). Après un certain temps de vie pélagique, cette larve se métamorphose. A la partie postérieure de la trochophore, celle qui donnera le pygidium chez l'adulte, s'établit une zone de prolifération qui engendre les anneaux de la future Nereis (fig. 77). La partie supérieure de la larve deviendra le lobe frontal. La larve perd alors ses deux couronnes ciliées et devient une petite Nereis.

Multiplication asexuée et régénération Chez de nombreuses Annélides marines existe une multiplication asexuée, soit par **scissiparité,** l'animal se partageant en deux tronçons, soit par **bourgeonnement,** un anneau formant des organes des sens et devenant ainsi la tête d'un nouvel individu qui se sépare du premier. Chez certains Vers annelés voisins de la Nereis, on peut même rencontrer des chaînes de bourgeons qui, en se séparant, donneront autant de nouveaux individus. Les Annélides présentent, en général, un **pouvoir de régénération élevé :** l'animal étant sectionné accidentellement ou expérimentalement en 2 ou plusieurs tronçons, chaque fragment régénère les parties manquantes.

3° PLACE DE LA NEREIS DANS LE RÈGNE ANIMAL

Comme le Lombric, la Nereis est un **MÉTAZOAIRE** à symétrie bilatérale appartenant à l'embranchement des **Vers annelés** ou **ANNÉLIDES,** mais elle fait partie de la **classe des ANNÉLIDES POLYCHÈTES,** c'est-à-dire des Annélides possédant de nombreuses soies fixées sur des parapodes bien développés. Les Annélides polychètes ont une tête pourvue d'organes des sens. Les sexes sont séparés.

La Nereis est une Annélide polychète **errante.** Il existe des Annélides polychètes **sédentaires** qui vivent le plus souvent enfermées dans des tubes qu'elles ont construits ou sécrétés. Toutes les Annélides polychètes sont marines.

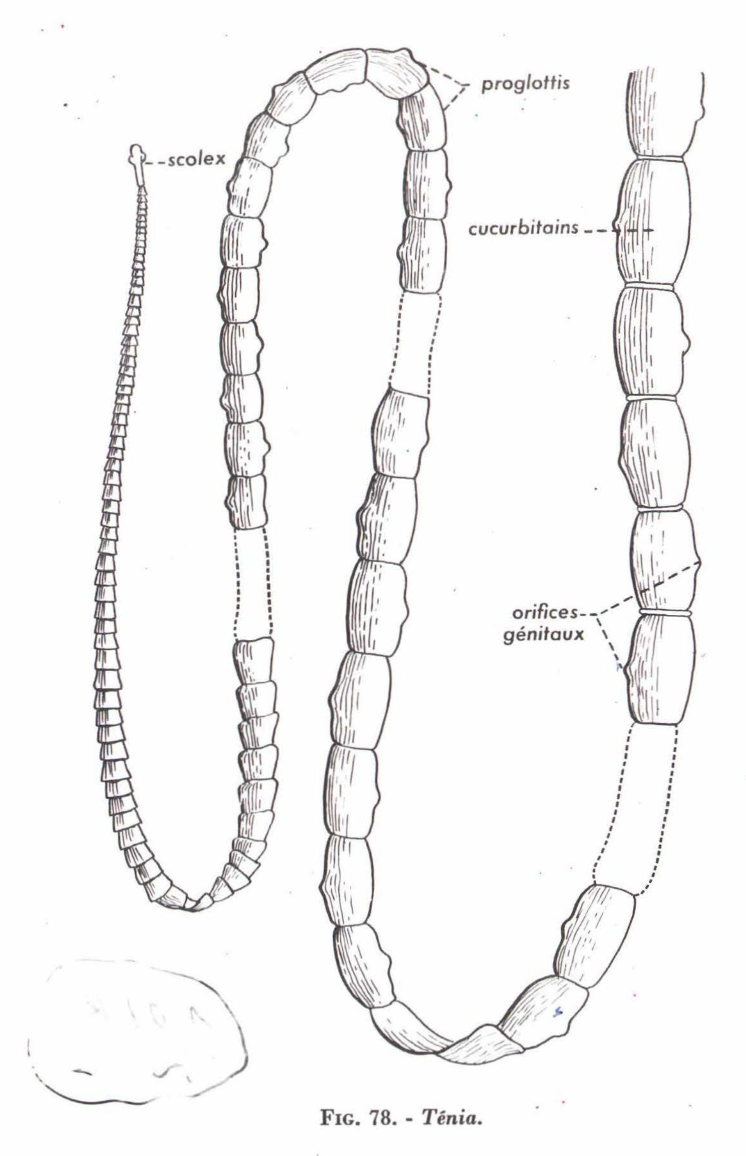


FIG. 78. - *Ténia.*

6

LE TÉNIA

Dans notre pays, l'homme est assez fréquemment parasité par deux Ténias, ou « Vers solitaires », qui vivent dans son intestin. Il s'agit du ***Ténia inerme*** *transmis par la chair du bœuf et, plus rarement, du* ***Ténia armé*** *transmis par la chair du porc.*

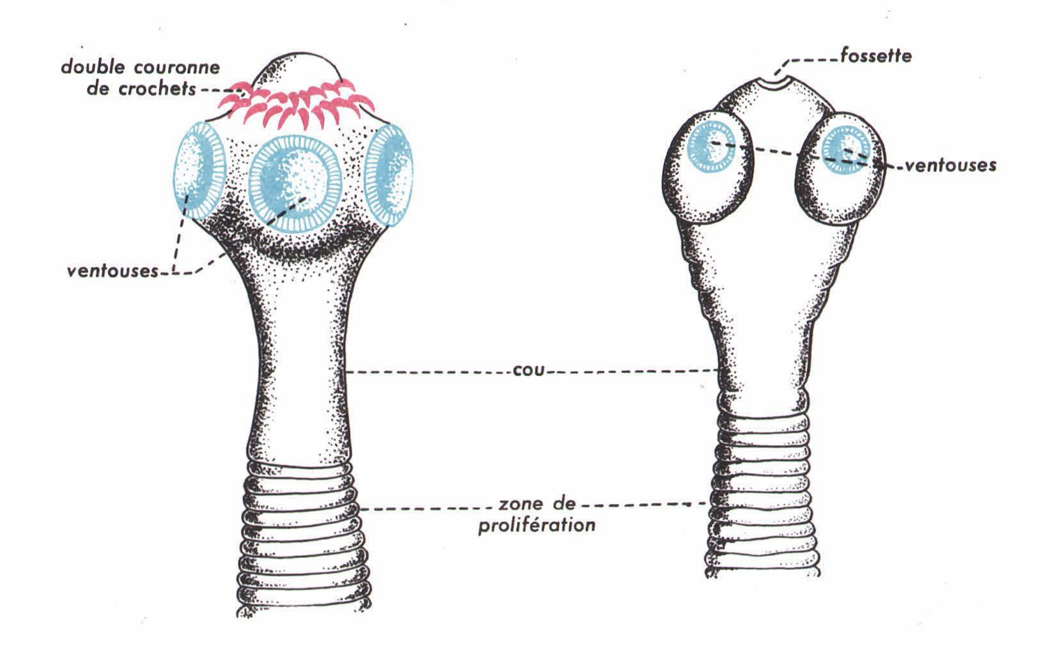
1° DESCRIPTION ET STRUCTURE

Anatomie externe (fig. 78 et 79)

L'animal a la forme d'un long ruban pouvant atteindre 9 mètres chez le Ténia inerme, et 4 mètres chez le Ténia armé. Le corps est divisé en **anneaux,** ou **segments.**

A l'une de ses extrémités, ce ruban s'effile et se termine par une très petite partie arrondie, grosse comme une tête d'épingle, le **scolex,** appelé vulgairement tête. Cet organe est muni de 4 ventouses et, en outre, chez le Ténia armé, d'une **double couronne de crochets chitineux** que l'on peut facilement observer au microscope sur une préparation du commerce. Ces crochets sont formés d'une partie externe aiguë et recourbée, et d'une partie interne, ou manche, sur laquelle s'insèrent les muscles qui les actionnent.

A ce scolex fait suite une partie très mince, non segmentée, appelée **cou,** qui, dans sa partie opposée au scolex, s'allonge sans cesse en produisant de nouveaux anneaux : c'est la zone d'allongement, appelée aussi **zone de prolifération.** Le reste du corps est formé de nombreux anneaux, ou **proglottis,** qui sont d'autant plus âgés et plus volumineux que l'on s'éloigne de la zone de prolifération qui les a formés. On peut compter le long du Ver plusieurs centaines d'anneaux. Cependant, à un moment donné, malgré le fonctionnement continu de la zone de prolifération, le Ver ne s'allonge plus, car les derniers anneaux, bourrés d'œufs, se détachent. On leur a donné le nom de **cucurbitains,** leur forme rappelant celle des graines de courge. Chacun d'entre eux présente sur un bord une petite saillie arrondie portant à son extrémité un **orifice génital.**



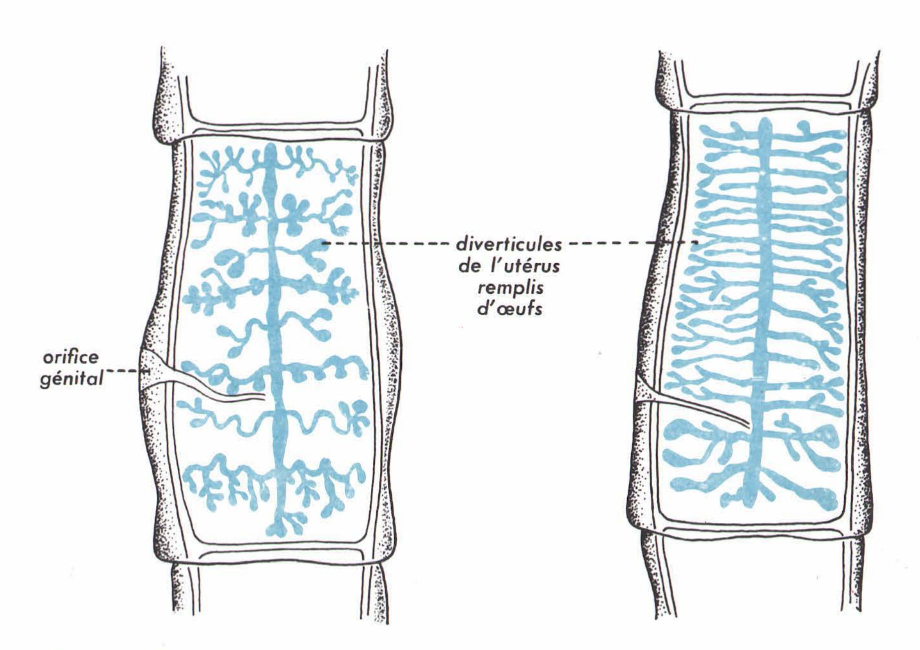


FIG. 79. - *En haut, à gauche, scolex de Ténia armé; à droite, scolex de Ténia inerme. En bas, à gauche, anneau mûr de Ténia armé; à droite, anneau mûr de Ténia inerme.*

Les cucurbitains se détachent par petits groupes chez le Ténia armé et sont rejetés à l'extérieur avec les selles. Par contre, ceux du Ténia inerme, actifs et mobiles, peuvent sortir isolément en dehors des selles.

Anatomie interne Il est difficile d'observer par transparence, au microscope, les organes des anneaux ; en effet, chaque anneau est entouré d'un **tégument épais,** formé superficiellement d'une **cuticule** doublée de deux couches superposées de **fibres musculaires** circulaires et longitudinales.

Il est donc indispensable, pour permettre l'étude des organes internes, de rendre ces anneaux transparents en les traitant pendant plusieurs jours par une solution de potasse; après lavage puis trempage dans un bain de glycérine, ils deviennent transparents ce qui permet l'étude de l'anatomie interne. On peut alors observer dans chaque anneau :

a) **Les canaux excréteurs,** au nombre de deux, courant longitudinalement sur les parois latérales des anneaux; un canal transversal les réunit au niveau de chaque anneau. Ces canaux s'ouvrent à l'extérieur sur le bord postérieur du dernier proglottis.

b) **L'appareil génital ;** chaque anneau adulte est **hermaphrodite,** c'est-à-dire renferme un appareil génital mâle et un appareil génital femelle qui, pour plus de clarté, ont été séparés sur le dessin (fig. 80).

Dans la partie antérieure du corps, c'est-à-dire au voisinage du scolex, les anneaux ne présentent pas encore d'appareil génital différencié, puis, au fur et à mesure que l'on examine des anneaux de plus en plus éloignés du scolex, on peut observer l'appareil génital mâle qui se développe et atteint sa maturité avant l'appareil génital femelle. Il s'agit d'**hermaphrodisme protandrique** (développement des organes mâles avant les organes femelles).

L'appareil génital mâle comprend un très grand nombre de petits **testicules** arrondis, éparpillés dans l'anneau et réunis entre eux par de petits canaux qui se rassemblent finalement en un **canal déférent,** ou spermiducte, qui aboutit à l'**orifice génital** en formant un **pénis** pouvant faire saillie à l'extérieur. Dans les anneaux de la partie postérieure du Ver, l'appareil génital mâle s'atrophie et l'appareil génital femelle se développe à son tour.

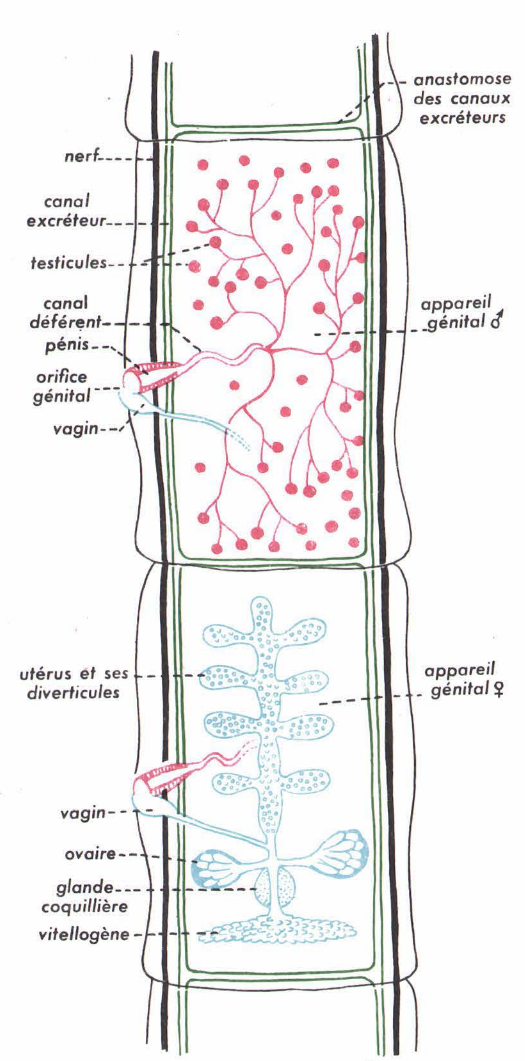


Fig. 80. - *Schéma de l'organisation des anneaux.*
(Pour plus de clarté, les appareils génitaux mâle et femelle ont été représentés séparément.)

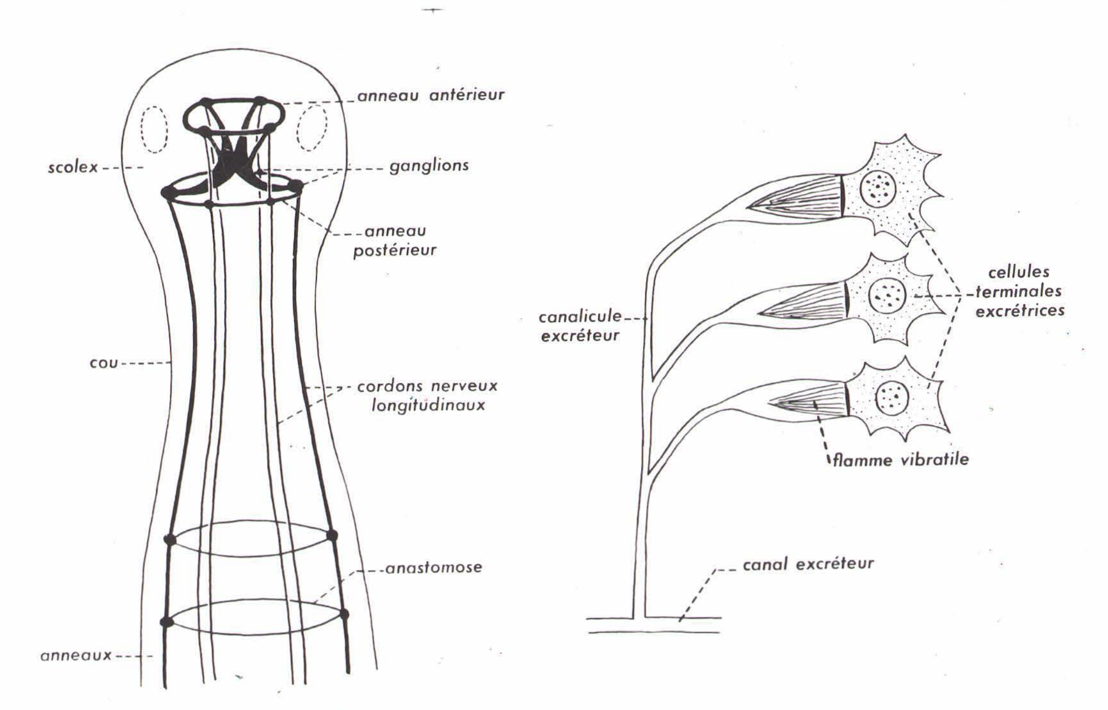


FIG. 81. - *Partie antérieure du système nerveux d'un Ténia (très schématique).*

FIG. 82. - *Cellules excrétrices.*

L'appareil génital femelle se compose :

— D'un **utérus** volumineux ramifié en de nombreux **diverticules utérins** remplis d'œufs ; ces diverticules envahissent la partie moyenne de l'anneau.

— De **deux ovaires** situés à la partie postérieure de chaque anneau.

— D'une **glande vitellogène** et d'une **glande coquillière.**

De cet ensemble part un canal allongé, ou **vagin,** qui aboutit à l'orifice génital à côté du pénis.

2° BIOLOGIE DU TÉNIA

Sensibilité Les Ténias ne possèdent pas d'organes des sens différenciés, ce qui est en relation avec leur vie parasitaire. Cependant, il existe un **système nerveux** assez complexe comprenant, au niveau du scolex, **deux anneaux** superposés avec des **ganglions cérébroïdes** d'où partent **6 nerfs longitudinaux** qui se continuent sur toute la longueur du Ténia, et sont réunis au niveau de chaque anneau par une **commissure transversale.**

Locomotion Le Ténia vit fixé par ses ventouses (Ténia inerme), ou par ses ventouses et ses crochets (Ténia armé), sur la paroi intestinale, mais il peut présenter des mouvements dûs à la présence de fibres musculaires circulaires et longitudinales logées sous l'épiderme. Les cucurbitains du Ténia inerme peuvent même sortir de l'intestin par des mouvements de contraction.

Nutrition Le Ténia est dépourvu de tube digestif. Il vit au milieu du chyle provenant de la digestion des aliments ingérés par son hôte, et l'absorption de ces substances alimentaires digérées se fait directement au travers des téguments.

Circulation Il n'y a pas d'appareil circulatoire ni de sang.

Respiration Les Ténias ne possèdent pas d'appareil respiratoire. L'intestin est un milieu privé d'oxygène. Les Ténias mènent donc une vie anaérobie. On pense que l'énergie indispensable aux réactions vitales serait produite par des phénomènes de fermentation (1).

Excrétion Les canaux excréteurs communiquent avec de fins canalicules qui se terminent par trois cellules excrétrices très particulières, les **cellules à flamme vibratile.** Elles possèdent de nombreux cils agglutinés qui vibrent à l'intérieur de la partie terminale du canalicule, renflée en ampoule. Ces cellules sont chargées de puiser les substances de déchets contenues dans chaque anneau, et de les envoyer dans le canalicule.

Reproduction Il ne peut y avoir autofécondation dans un même anneau, puisque l'appareil génital mâle et les gamètes mâles se forment avant l'appareil génital femelle. Cependant, la fécondation est réalisée entre anneaux d'un même individu : les anneaux d'un même Ver se rapprochent de telle manière que, par juxtaposition des orifices génitaux de deux anneaux différents, les spermatozoïdes passent dans le vagin où ils sont mis en réserve en attendant la maturation des ovules. La fécondation s'opèrera alors à l'intérieur de l'appareil génital femelle. Après fécondation, cet appareil dégénère et il ne reste plus que l'utérus rempli d'œufs. Les cucurbitains se détachent alors, soit en groupes (Ténia armé), soit isolément (Ténia inerme). En une journée, une dizaine de cucurbitains peuvent être rejetés avec les excréments.

Après la fécondation, le **développement embryonnaire** commence immédiatement, et les œufs contenus dans les cucurbitains rejetés renferment déjà une larve possédant trois paires de crochets chitineux : l'**embryon hexacanthe** qui mesure de 20 à 30 microns. Cet embryon, protégé par une coque épaisse, n'a pas de phase libre. Pour que son développement se poursuive, il faut qu'il soit avalé par un porc (Ténia armé), ou par un bœuf (Ténia inerme). La coque protectrice est alors détruite par les sucs digestifs de ce nouvel hôte **(hôte intermédiaire) ;** l'embryon libéré perfore la paroi du tube digestif, la traverse, passe dans un vaisseau sanguin où il est entraîné par le sang, puis va s'arrêter et se fixer dans un muscle (plus précisément dans l'enveloppe du muscle).

Chez le Porc, la fixation de la larve du Ténia armé a lieu dans les muscles, et en particulier sur la face inférieure de la langue où les parasites deviennent visibles, ce qui permet par l'examen de la langue, ou **langueyage** des porcs, de reconnaître les animaux **ladres** donc impropres à la consommation. La **ladrerie** est plus difficilement décelable chez le Bœuf. Elle peut parfois exister chez l'Homme à la suite de l'ingestion accidentelle d'œufs de Ténia. Ce phénomène est très rare.

Dans le muscle, au bout d'une vingtaine de jours, l'embryon s'est transformé en une vésicule blanchâtre de quelques millimètres de diamètre renfermant un liquide albumineux; à l'intérieur se développent un scolex et un cou. L'embryon est devenu un **cysticerque.**

---

(1) La température du Ténia est celle de l'hôte où il vit.

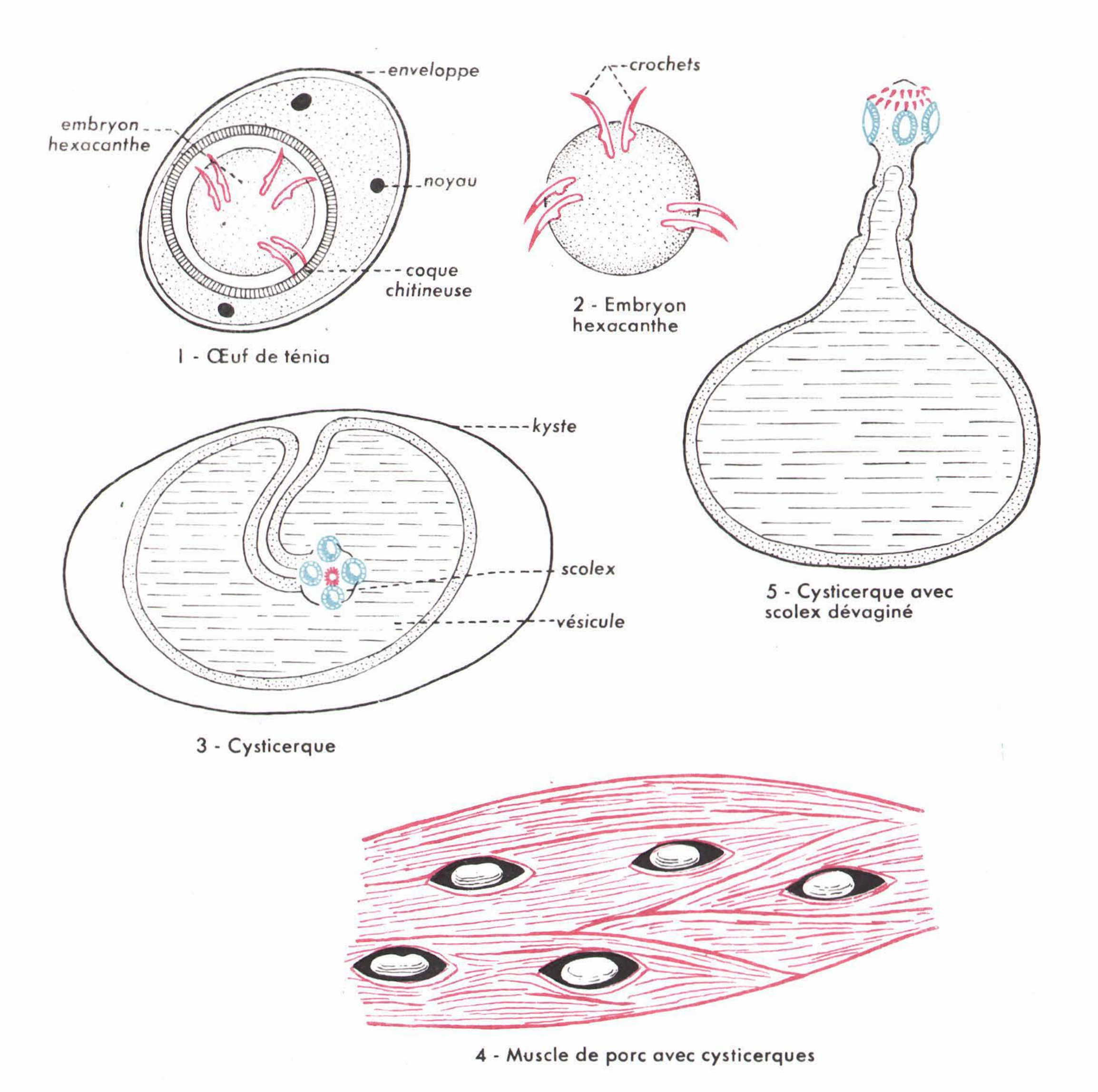


FIG. 83. - *Développement du Ténia armé.*

Ces cysticerques peuvent vivre à l'état de vie ralentie pendant plusieurs années. Leur évolution ne peut se poursuivre que s'ils sont avalés par une personne mangeant de la viande de porç ou de bœuf ladre insuffisamment cuite. Quand le cysticerque arrive dans le tube digestif de l'Homme **(hôte définitif),** le scolex se fixe alors à la paroi intestinale, la zone de prolifération se met à bourgeonner activement de nouveaux anneaux et le Ver solitaire se reforme. La présence d'un Ténia (1) dans l'intestin de l'Homme peut ne causer aucun trouble sérieux chez l'individu en bonne santé, mais chez les enfants ou les adultes

(1) Très rarement il en existe plusieurs qui se sont installés en même temps.

affaiblis, elle entraîne des troubles gastro-intestinaux, de l'irritation du tube digestif, de la boulimie (appétit insatiable) et des troubles nerveux dus à la production de toxines par le parasite.

La lutte préventive individuelle consiste dans la consommation de viande de porc et de bœuf suffisamment cuite. Dans la lutte curative, on essaie de débarrasser le malade de son parasite par l'absorption d'un **ténifuge** ayant pour but, d'abord d'engourdir le Ver, puis de le détacher de la muqueuse intestinale ; ensuite, un **purgatif** chassera le parasite. Comme ténifuges utilisés, on peut citer l'extrait de fougère mâle, les graines de courges, le stannoxyl (mélange d'oxyde d'étain et d'étain métallique). Après l'évacuation du Ver, il faut s'assurer de la présence du scolex parmi les anneaux rejetés ; si le scolex est resté accroché à l'intestin, le Ver se reformera en quelques semaines et on essaiera à nouveau de l'expulser.

3° AUTRES TÉNIAS HÉBERGÉS PAR L'HOMME

L'Homme peut être parasité par d'autres Ténias.

Le Ténia bothriocéphale L'adulte, qui vit dans l'intestin de l'Homme, a un scolex muni de deux ventouses rudimentaires. L'homme se contamine en consommant des poissons d'eau douce (brochet, lotte, perche, saumon...) mal cuits, qui renfermaient dans leur chair des larves de Ténia; ces poissons s'étaient contaminés en mangeant des Cyclops (petits crustacés) qui avaient avalé des embryons hexacanthes.

Le Ténia échinocoque Le Ténia échinocoque, qui ne mesure pas plus de 5 millimètres de long, vit à l'état adulte dans l'intestin du Chien. Les œufs, très nombreux, émis avec les excréments du Chien, peuvent résister longtemps à l'eau, à la sécheresse et au froid. Si l'Homme avale un œuf (aliment souillé par le Chien, léchage par le Chien), l'embryon hexacanthe qu'il contient traverse la paroi de l'intestin et, par voie sanguine ou lymphatique, va se fixer dans le foie le plus souvent, mais aussi dans les poumons, la rate, les reins, le cerveau, le cœur. Au bout de plusieurs mois d'évolution, il peut se transformer en une vésicule de la grosseur d'une orange, parfois d'une tête humaine, appelée **kyste hydatique.** Ce kyste est rempli de liquide et sa paroi bourgeonne de nombreux scolex (jusqu'à 400.000), et même d'autres vésicules. Ces kystes sont plus ou moins bien tolérés par l'organisme. S'ils viennent à se rompre, ils peuvent tuer le malade par une intoxication généralisée. C'est donc une maladie très grave qu'il faut prévenir en évitant les contacts avec les chiens. Le traitement est surtout chirurgical.

4° PLACE DU TÉNIA DANS LE RÈGNE ANIMAL

Les Ténias sont des **MÉTAZOAIRES** appartenant :

— A l'embranchement des **VERS PLATS,** ou **PLATHELMINTHES,** Vers dont le corps plus ou moins allongé a toujours une forme aplatie.

— A la classe des **CESTODES** (= ruban) qui renferme les Plathelminthes, tous parasites, dont le corps est formé d'anneaux aplatis, ou proglottis, produits par la prolifération d'une zone située en arrière du scolex. Chaque anneau est hermaphrodite.



L'ASCARIDE DU CHEVAL

Les Ascarides sont des parasites intestinaux. Il en existe plusieurs espèces. Celle que nous étudions vit chez le cheval.

1° DESCRIPTION ET STRUCTURE

Anatomie externe L'Ascaride du Cheval a un corps vermiforme, très allongé, cylindrique, effilé aux extrémités. Il est de couleur blanc-rosé ; une cuticule chitineuse brillante le recouvre. Les sexes sont séparés et se distinguent facilement : la femelle mesure environ 20 centimètres, tandis que le mâle ne dépasse guère 12 à 15 centimètres ; de plus, ce dernier possède une extrémité postérieure recourbée en crosse.

a) **Anatomie externe de l'Ascaride femelle.** La bouche permet de repérer l'extrémité antérieure ; elle est entourée de trois petites lèvres, une dorsale et deux ventrales. Au tiers antérieur du corps, se trouve un léger étranglement ; en regardant à la loupe cette **dépression annulaire,** on découvre un petit orifice, l'**orifice génital** femelle, qui permet de repérer le côté ventral de l'animal. En outre, le corps est parcouru sur toute sa longueur par quatre lignes longitudinales : une ligne ventrale passant par l'orifice génital, une ligne dorsale opposée à la première, deux lignes latérales. A proximité de l'extrémité postérieure, du côté ventral, se trouve l'anus.

b) **Anatomie externe de l'Ascaride mâle.** Le corps, nettement plus petit et plus mince, présente une bouche comparable à celle de la femelle, mais ne possède pas d'étranglement annulaire. La partie postérieure du corps se recourbe pour former une crosse enroulée sur la face ventrale. La surface du corps est également parcourue par quatre lignes longitudinales. L'anus, situé à l'extrémité postérieure et sur la face ventrale, se confond avec l'orifice génital en un **cloaque ;** de ce cloaque font saillie extérieurement deux soies très fines, bien visibles à la loupe : ce sont des **spicules copulateurs** jouant un rôle dans l'accouplement.

Anatomie interne Épingler le Ver dans la cuvette à dissection, face ventrale contre le liège. Inciser très superficiellement les téguments avec des ciseaux fins en suivant la ligne dorsale. Rabattre de chaque côté les deux bords de l'incision et épingler.

A. - **Dissection de l'Ascaride femelle.** Une fois l'animal ouvert on observe :

a) **Le tube digestif,** rectiligne ; après la bouche vient un pharynx court et musculeux qui se poursuit par un intestin à paroi fragile aboutissant à l'anus.

b) **L'appareil génital femelle** comprend **deux ovaires** en forme de tubes pelotonnés et très fins, qu'il est difficile de dérouler sans les rompre. Ces tubes se renflent légèrement pour former **deux oviductes,** puis deux **utérus** plus dilatés qui se réunissent sur la ligne médiane ventrale en un **vagin** unique qui aboutit à l'**orifice génital.**

c) **Les téguments et la musculature.** La peau, mince, recouverte extérieurement d'une cuticule chitineuse relativement épaisse, est réduite à un épiderme ; du côté interne, elle présente un revêtement pelucheux divisé en quatre bandes par des bourrelets correspondant aux quatre lignes extérieures. Ce revêtement est constitué par de grosses cellules en partie musculaires (cellules myoépithéliales) particulières aux animaux de l'embranchement des Némathelminthes (voir à la fin du chapitre). Les deux bourrelets latéraux renferment chacun un canal longitudinal, ou canal excréteur ; sur le trajet de ces canaux, dans la partie antérieure du corps, se trouvent deux paires de cellules phagocytaires géantes (fig. 85).

d) **Le système nerveux** (fig. 85). Autour de la partie antérieure du pharynx, juste en arrière de la bouche, on peut observer un anneau nerveux péri-œsophagien très réduit.

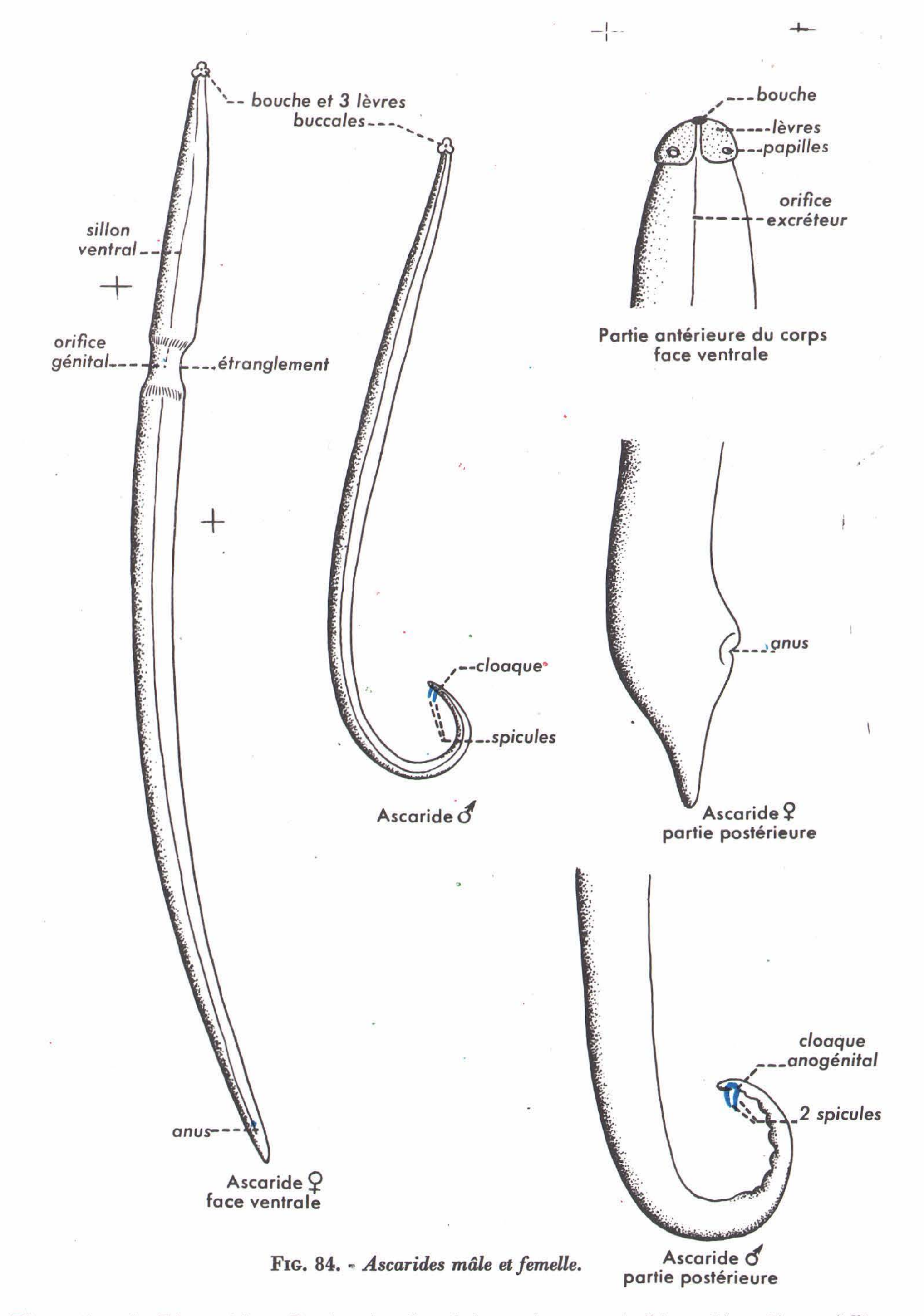


FIG. 84. - *Ascarides mâle et femelle.*

B. - **Dissection de l'Ascaride mâle.** La structure interne du corps de l'Ascaride mâle ne diffère de celle de la femelle que par l'appareil génital. Cet appareil génital mâle est constitué par **un seul testicule,** tube blanchâtre très fin, pelotonné, dont le diamètre augmente légèrement dans la partie terminale pour former une **vésicule séminale** où s'accumulent les spermatozoïdes. Cette vésicule débouche dans la partie terminale du tube digestif à laquelle on a donné le nom de **cloaque ano-génital.** Ce cloaque est garni de deux spicules copulateurs.

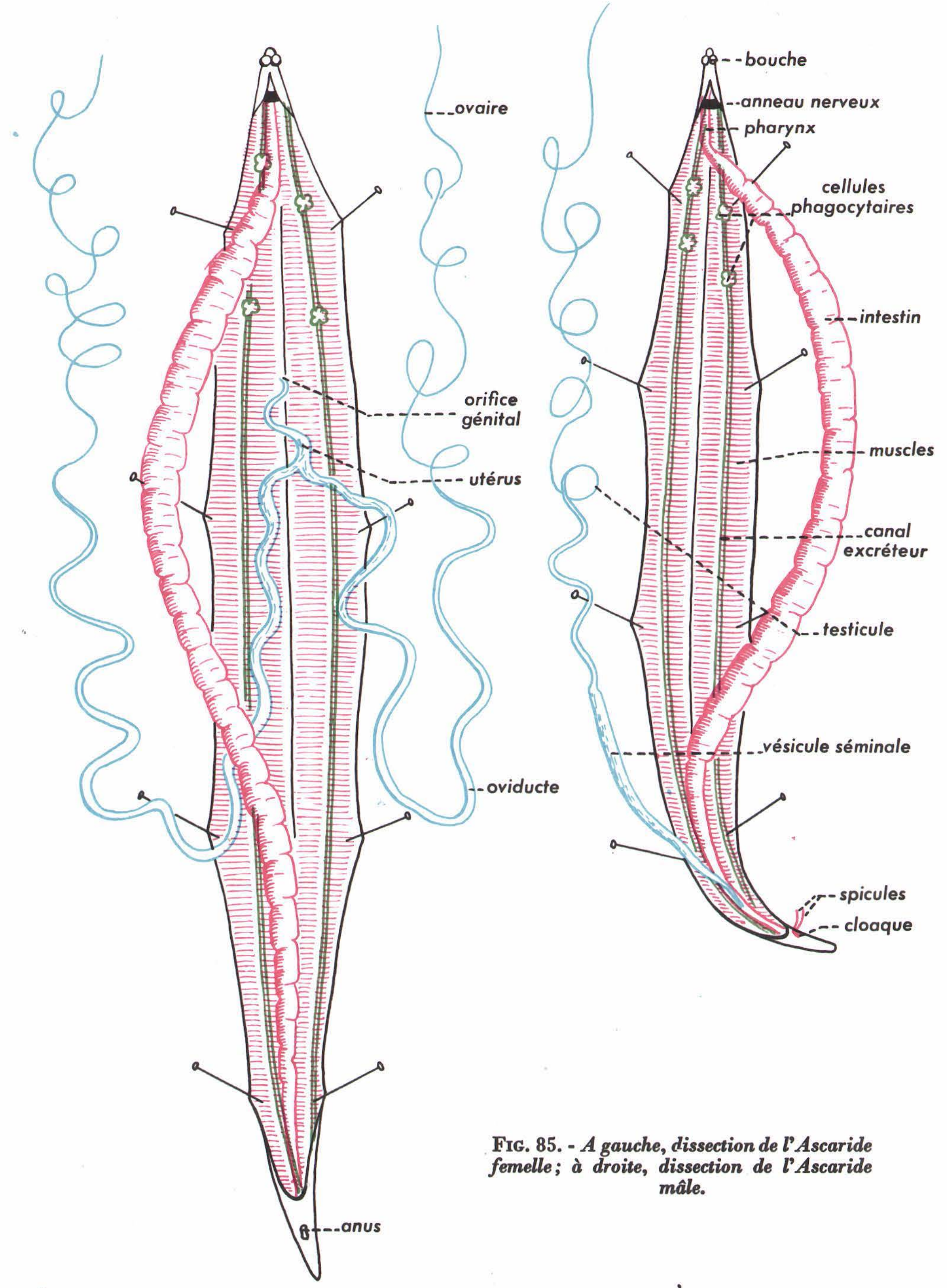


Fig. 85. - *A gauche, dissection de l'Ascaride femelle; à droite, dissection de l'Ascaride mâle.*

C. - **Étude d'une coupe transversale du corps de l'Ascaride.** (Préparation du commerce.)

Sur une telle coupe, on observera de l'extérieur vers l'intérieur (fig. 86) :

a) **Une cuticule chitineuse épaisse.**

b) **L'épiderme ;** c'est lui qui sécrète la cuticule chitineuse. Il est formé par une seule couche de cellules épidermiques. Les noyaux ne sont pas toujours séparés par des membranes et se trouvent alors épars dans le cytoplasme. On donne le nom de **syncitium** à un tissu présentant

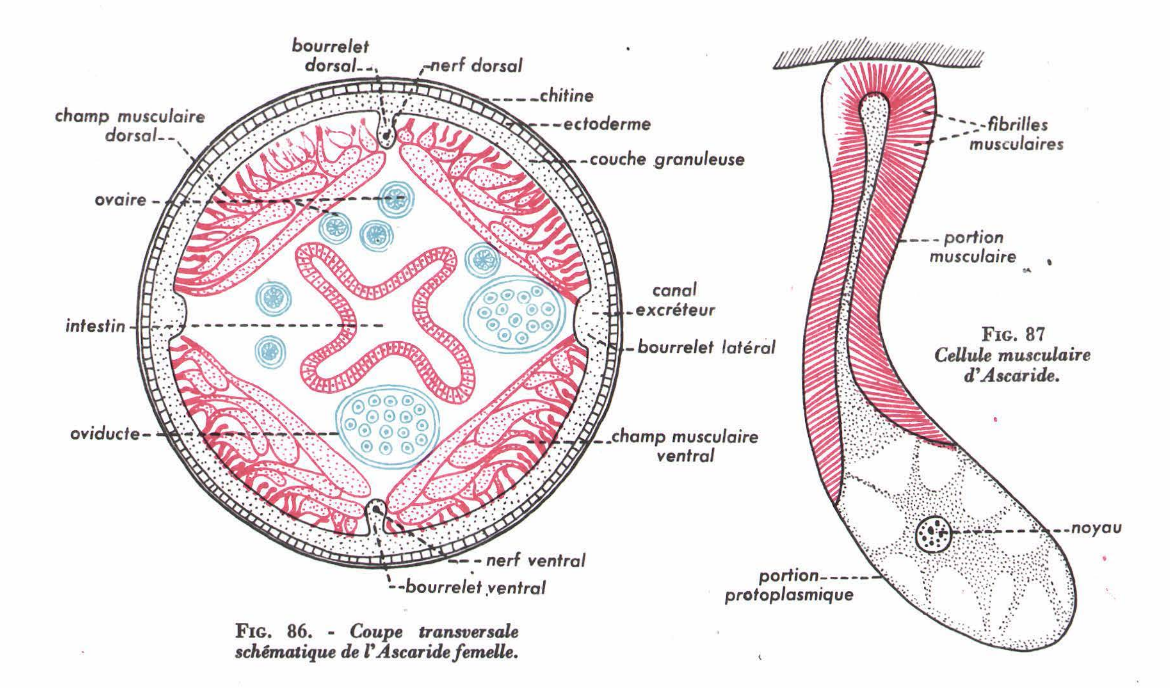


FIG. 86. - *Coupe transversale schématique de l'Ascaride femelle.*

FIG. 87 *Cellule musculaire d'Ascaride.*

une telle structure. L'épiderme engendre vers l'intérieur les quatre bourrelets déjà observés (fig. 86) ; le bourrelet dorsal et le bourrelet ventral renferment chacun un cordon nerveux longitudinal, les deux bourrelets latéraux, chacun un canal excréteur.

c) **Les champs musculaires ;** il en existe quatre, deux dorsaux et deux ventraux, séparés par des bourrelets. Ils sont constitués par de grosses cellules musculaires très particulières ; chacune d'elle comprend deux parties : 1° une partie étroite dont le cytoplasme est différencié en fibrilles musculaires : c'est la zone contractile en contact avec l'épiderme ; 2° vers l'intérieur, une partie plus large où le cytoplasme, très granuleux, ne présente plus de différenciation musculaire. Ces cellules sont appelées **cellules myoépithéliales.**

d) Au centre du corps se trouve **l'intestin** dont la paroi n'est formée que d'une seule couche de cellules.

e) **L'appareil génital.** Dans le cas d'une coupe transversale d'**Ascaride femelle,** on observe des coupes d'ovaire avec des ovocytes à disposition rayonnante, des coupes d'oviductes avec des ovules serrés les uns contre les autres, des coupes d'utérus (non représentées sur la fig. 86) contenant des œufs fécondés déjà entourés d'une coque chitineuse ; certains de ces œufs ont même commencé leur développement embryonnaire et l'on peut observer les stades à deux et à quatre cellules (fig. 89). On notera, dans ces œufs en division, le nombre réduit de chromosomes : deux paires.

Si la coupe est celle d'un **Ascaride mâle,** on observe des sections de testicule avec de petites cellules qui deviendront des spermatozoïdes. On voit également des coupes de vésicule séminale montrant des spermatozoïdes bien formés ; ils présentent la particularité, très rare dans tout le règne animal, d'être dépourvus de flagelle (fig. 88). De forme conique, ils contiennent un noyau et un corps réfringent assez volumineux.

2e BIOLOGIE DE L'ASCARIDE

Sensibilité L'Ascaride ne présente aucun organe des sens différencié, en dehors de petites papilles situées sur les lèvres et possédant vraisemblablement un rôle tactile. Cette disparition presque totale des organes des sens est interprétée comme une conséquence de la vie parasitaire de l'animal.

Locomotion L'Ascaride présente seulement des mouvements d'ondulation dus à la présence des cellules musculaires.

Nutrition Il se nourrit du chyle provenant de la digestion des aliments de l'hôte ; ce chyle est aspiré par le pharynx musculeux, et la digestion se termine dans l'intestin du Ver. L'appareil digestif ne présente pas de glandes différenciées ; les diastases digestives sont produites, en petite quantité, par les cellules de la paroi intestinale.

Circulation L'Ascaride ne possède pas d'appareil circulatoire.

Respiration Il n'y a pas non plus d'appareil respiratoire. L'Ascaride vivant en parasite dans un espace clos (intestin grêle) peut être considéré comme un être anaérobie (vivant en l'absence d'air). La respiration est un phénomène indispensable à la production de l'énergie nécessaire aux différentes manifestations de la vie ; on pense que chez l'Ascaride cette énergie a pour source des réactions de fermentation au cours desquelles le glycogène (aliment de réserve qui s'accumule dans les cellules) est dégradé en produits simples avec production d'énergie.

Excrétion Lorsqu'on injecte dans le corps de l'Ascaride une solution diluée d'encre de Chine ou de carmin, les cellules phagocytaires se colorent en noir ou en rouge. Ces cellules géantes, pourvues de longs pseudopodes, phagocytent les corpuscules et les déchets contenus dans la cavité générale ; elles sont en rapport avec les deux canaux excréteurs latéraux qui se réunissent en un court canal débouchant à l'extérieur par un orifice excréteur situé sur la face ventrale, en arrière de la bouche.

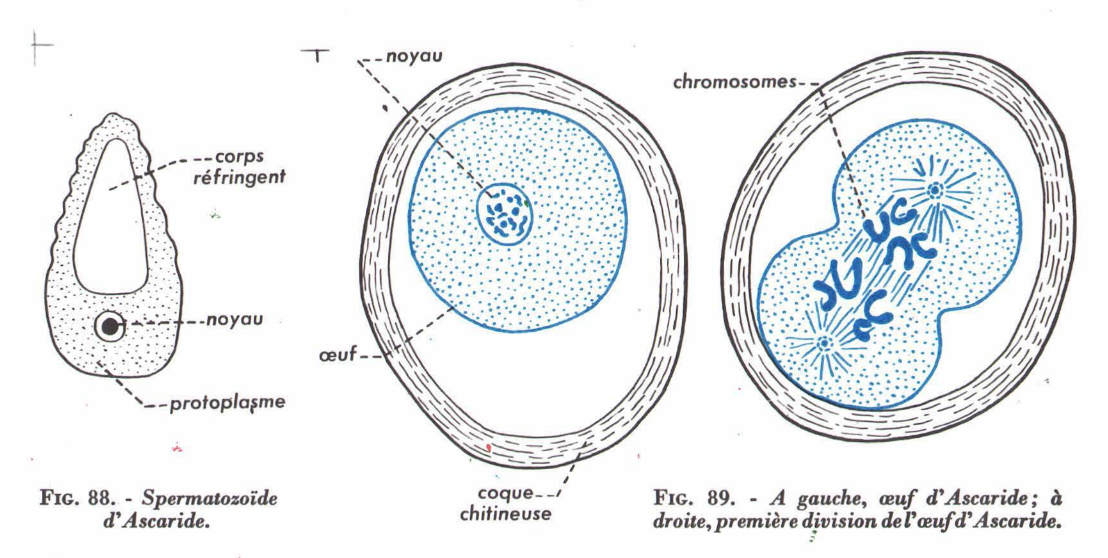


FIG. 88. - *Spermatozoïde d'Ascaride.*

FIG. 89. - *A gauche, œuf d'Ascaride; à droite, première division de l'œuf d'Ascaride.*

Reproduction Il y a accouplement ; la fécondation des ovules par les spermatozoïdes se fait à l'intérieur de l'utérus. Ensuite, les œufs fécondés s'entourent d'une coque chitineuse et commencent immédiatement leur développement ; les œufs sont rejetés à l'extérieur avec les excréments du Cheval. A l'intérieur de la coque, l'œuf est devenu une petite larve vermiforme qui peut rester très longtemps à l'état de vie ralentie. Une femelle d'Ascaride peut produire jusqu'à 60 millions d'œufs par an.

Si une larve est avalée par un Cheval, elle sort de sa coque à l'intérieur du tube digestif et s'accroît progressivement en subissant dans le corps de l'hôte des **migrations :** elle traverse la paroi intestinale, passe dans l'appareil circulatoire lymphatique ou sanguin, séjourne dans le foie, passe ensuite dans les poumons où elle reste quelques jours, puis remonte dans le pharynx par la trachée, retourne dans l'œsophage, et regagne l'intestin grêle où elle s'arrête définitivement. Là, elle se transforme en adulte, résistant à l'action digestive des diastases intestinales du Cheval.

L'Ascaride exerce sur l'hôte qui l'héberge une double action préjudiciable ; d'abord une **action spoliatrice,** le parasite utilisant pour lui-même une partie des aliments digérés par le Cheval (cette action est très faible), ensuite une **action toxique** par la production de toxines spéciales qui agissent pathologiquement sur le système nerveux de l'hôte. L'Ascaride contient une substance toxique qui provoque une irritation de la cornée et de la muqueuse nasale. Une dose de 0 mg 5 tue un cobaye. Les chevaux qui hébergent depuis un certain temps des Ascarides ne réagissent plus à cette toxine, alors qu'une goutte instillée dans l'œil d'un Cheval sain provoque une violente réaction. Ce procédé est utilisé par les vétérinaires pour le dépistage des chevaux parasités.

3° PLACE DE L'ASCARIDE DANS LE RÈGNE ANIMAL

L'Ascaride est un Métazoaire à symétrie bilatérale appartenant à l'embranchement des **NÉMATHELMINTHES,** appelés autrefois Vers ronds. En effet, ces animaux ont été longtemps considérés comme des Vers, mais ils s'en distinguent par des caractères bien particuliers : corps non segmenté recouvert d'une mince couche de chitine, pas d'appareil circulatoire, spermatozoïdes dépourvus de flagelles.

L'Ascaride fait partie de la classe des **NÉMATODES,** NÉMATHELMINTHES très souvent parasites, dont la bouche est pourvue de trois lèvres, les sexes séparés et le dimorphisme sexuel fréquent. On place dans cette classe, à côté de l'Ascaride du Cheval :

L'Ascaride de l'Homme, parasite intestinal. Il provoque des troubles gastro-intestinaux (diarrhée, vomissements, occlusion intestinale) et des troubles nerveux. On peut le détruire et l'expulser à l'aide de vermifuges : semen-contra, extrait de Tanaisie, huile de Chénopode, carbonate de bismuth.

Les **Oxyures,** petits nématodes très fréquents et parfois très nombreux dans la partie terminale de l'intestin grêle et du gros intestin des enfants. Ils causent des troubles intestinaux et surtout nerveux, accompagnés de démangeaisons anales provoquées par les femelles qui viennent pondre leurs œufs vers l'anus. Les produits vermifuges sont dans ce cas plus efficaces sous forme de lavements ou de suppositoires.

L'**Ankylostome duodénal** se fixe à la muqueuse duodénale de l'Homme, provoquant l'« anémie des mineurs » ; en effet, les larves se développent particulièrement bien dans la terre humide et chaude. Elles pénètrent dans le corps en traversant la peau.

La **Trichine,** petit Nématode de l'intestin de l'Homme et de nombreux mammifères (rats, porcs, etc...), a des larves qui s'enkystent dans les muscles et peuvent y rester longtemps à l'état de vie ralentie. La trichinose, maladie grave, est en voie de disparition.

La **Filaire de Médine** est un Nématode très long (un mètre pour un millimètre de diamètre) qui vit en parasite sous la peau de l'Homme. Ce dernier se contamine en buvant de l'eau contenant de petits crustacés (cyclops) hébergeant les larves de ce parasite.

La **Filaire de Bancroft** parasite le système lymphatique de l'Homme et de nombreux mammifères, déterminant une enflure des membres inférieurs appelée éléphantiasis. L'Homme est contaminé par la piqûre d'un moustique qui lui inocule les larves de la Filaire de Bancroft.

D'autres Nématodes sont libres, comme l'Anguillule du vinaigre qui vit dans la « mère » du vinaigre. Une foule de petits Nématodes vivent libres dans la terre humide, les eaux douces et les eaux marines.



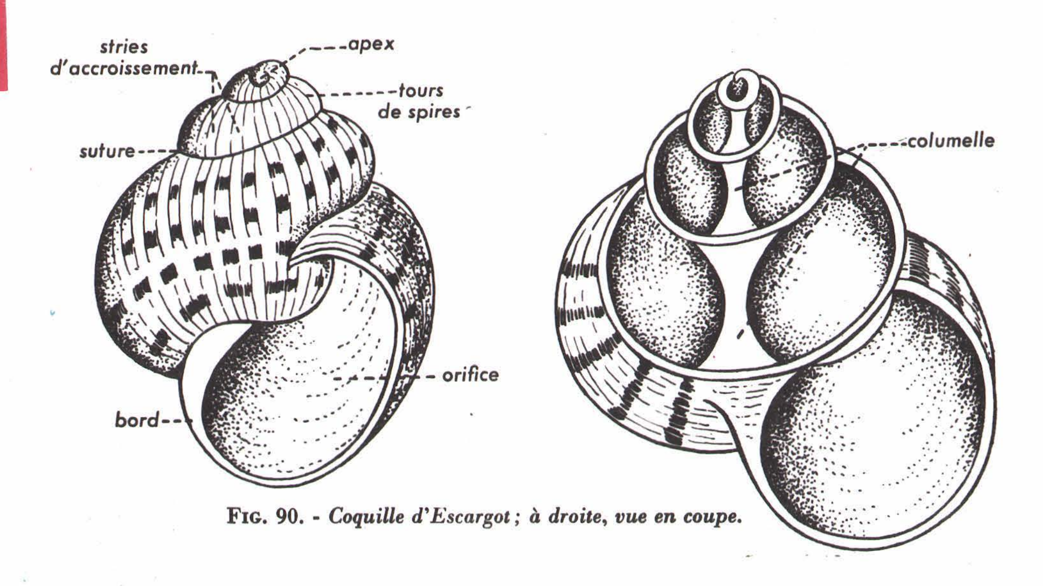


FIG. 90. - *Coquille d'Escargot ; à droite, vue en coupe.*

L'ESCARGOT PETIT-GRIS

Les Escargots sont très communs dans les jardins et les champs pendant la belle saison, surtout après les pluies. Les jardiniers les détruisent car, strictement végétariens, les Escargots mangent les feuilles et les bourgeons des jeunes plantes. On les récolte également pour les manger.

En hiver, ou sous l'effet d'une sécheresse prolongée, l'Escargot s'enferme dans sa coquille dont il clôt l'ouverture par une lame de mucus desséché. On peut conserver les Escargots assez longtemps à l'état vivant, en les plaçant dans des caisses grillagées et en les nourrissant surtout de feuilles de salade.

1° DESCRIPTION ET STRUCTURE

Anatomie externe a) **Observation de l'animal vivant.** Observé en extension, le corps montre trois parties :

— La tête, portant la bouche et deux paires de tentacules.

— Le pied, large et plat, sur lequel l'animal se déplace en rampant.

— La masse viscérale, dont la plus grande partie est enfermée dans une coquille calcaire univalve et spiralée.

b) **Étude de la coquille** (fig. 90). On peut obtenir rapidement des coquilles vides en plongeant des Escargots dans de l'eau bouillante pendant une demi-heure. L'animal est alors facilement retiré de sa coquille. Quelques coquilles seront sciées suivant leur axe.

L'enroulement part du sommet appelé également apex. Il s'effectue dans le sens des aiguilles d'une montre **(enroulement dextre).** On compte 4 tours 1/2 de spire. Chaque tour cache les 3/4 du tour immédiatement supérieur. L'orifice de la coquille, limité par un bord épais, est arrondi. La surface de la coquille montre de nombreuses **stries d'accroissement parallèles** qui sont les témoins des différentes étapes de sa croissance. Sur une coquille sciée, on voit un axe plein, la **columelle,** autour duquel s'enroule le cône calcaire allongé qui constitue la coquille. Des bandes brunes partent de l'apex et donnent au Petit gris son aspect caractéristique.

c) **Étude de l'Escargot débarrassé de sa coquille.** Pour procéder à une étude complète de l'Escargot, il est nécessaire de le tuer par asphyxie, ce qui évite une trop forte

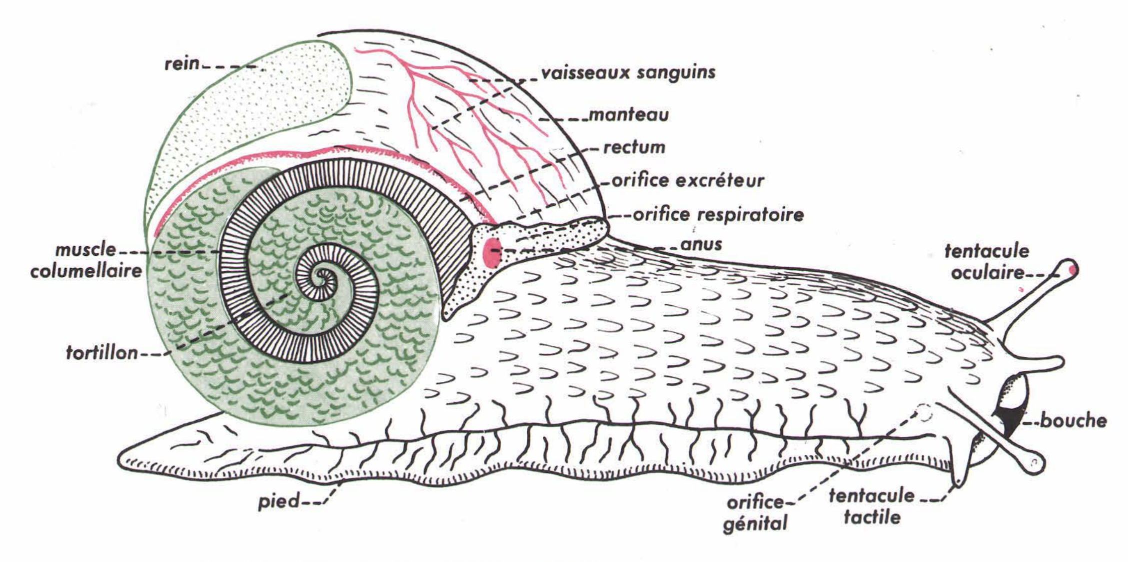


Fig. 91. - *Escargot dépouillé de sa coquille.*

contraction du corps et une trop grande sécrétion de mucus. Les Escargots sont placés dans un récipient rempli d'eau préalablement bouillie, et fermé par une plaque de verre bien adhérente ne laissant pas passer d'air. Cette plaque sera maintenue solidement sur le récipient par un poids assez lourd, la force musculaire des Escargots étant considérable. Les Escargots meurent alors en extension au bout de 24 à 48 heures. Si besoin est, on peut accélérer leur mort en ajoutant quelques centimètres cubes d'acide acétique à l'eau du bocal. Pour débarrasser les animaux morts de leur mucus, on les fera tremper pendant une heure ou deux dans de l'alcool à 70°.

La coquille est alors brisée, à l'aide d'une forte pince, en commençant par le bord et en suivant la suture. L'animal étant épinglé dans la cuvette côté gauche contre le liège, présente donc son côté droit (fig. 91). On observe alors, d'avant en arrière :

— La **tête** avec la **bouche** et les **organes des sens;** ces derniers comprennent une paire de longs **tentacules oculaires** portant un œil simple à leur extrémité, et une paire de petits **tentacules tactiles.** En arrière du tentacule oculaire droit se trouve l'orifice génital.

— Le **pied,** avec sa large sole de reptation (fig. 92).

— Le **cou,** qui se prolonge jusqu'au collier, ou **bourrelet du manteau ;** sur le bourrelet, on observe l'**orifice respiratoire** suivi extérieurement d'un orifice plus petit, l'**anus.**

— En arrière du bourrelet s'étend le **manteau,** enveloppe fine et transparente, légèrement plissée, dont la surface est parcourue par des vaisseaux sanguins ramifiés aboutissant au cœur enfermé dans un péricarde. A côté du **cœur** se trouve un organe jaunâtre : le **rein.** Le reste de la masse viscérale est formé par les tours de spire du tortillon contenant une masse brune, l'**hépato-pancréas,** organe cumulant les fonctions du foie et du pancréas. Des parties blanches (non représentées sur la fig. 91) correspondent à l'**appareil génital.**

Fig. 92. - *Escargot rampant sur une vitre; le pied est parcouru par des ondes de contraction.*

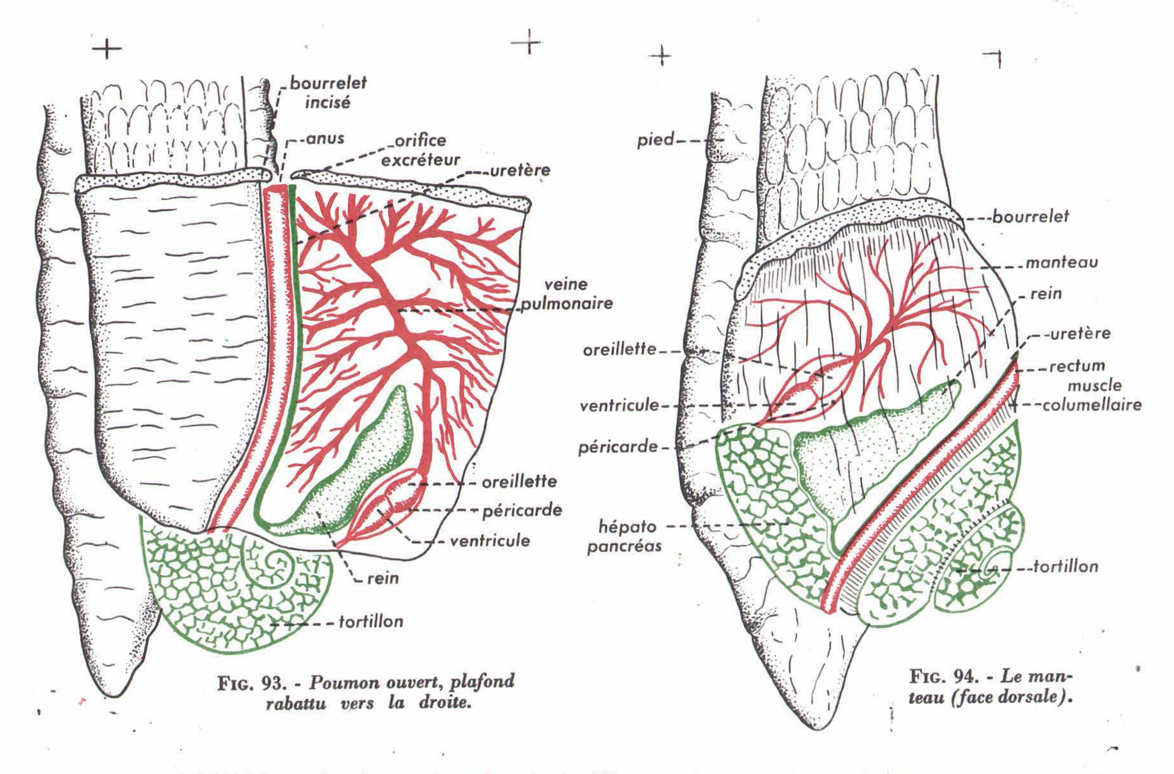


Fig. 93. - *Poumon ouvert, plafond rabattu vers la droite.*

Fig. 94. - *Le manteau (face dorsale).*

A l'intérieur des tours de spire du tortillon, se trouve un muscle blanc nacré spiralé : c'est le muscle columellaire qui entourait la columelle et permettait à l'animal de rétracter son corps à l'intérieur de la coquille.

Anatomie interne a) **Étude de la cavité palléale** (fig. 93 et 94). La cavité palléale, située entre le manteau et le corps, forme un poumon très simple qui communique avec l'extérieur par l'orifice respiratoire. Pour ouvrir cette cavité, on incise avec des ciseaux fins le bourrelet du manteau à partir de cet orifice ; puis on suit le côté gauche du manteau le plus loin possible vers l'arrière, en contournant le cœur et le rein. Toute la partie du manteau ainsi découpée est rabattue sur la droite, comme l'indique la figure 93. On met ainsi à découvert le plancher et le plafond de la cavité palléale. On observe :

— La surface interne du manteau, ou plafond de la cavité palléale ; elle contient un **riche réseau de vaisseaux sanguins** qui se réunissent pour former une veine pulmonaire aboutissant à l'oreillette du cœur.

— Le **cœur,** formé d'**une oreillette** et d'**un ventricule,** est enfermé dans le péricarde. On peut observer les battements du cœur de l'Escargot en étalant le manteau d'un animal vivant sur une planchette, et en observant à la loupe binoculaire.

— A côté de l'orifice respiratoire, se trouvent l'**anus** et l'**orifice excréteur.** Le rectum est facile à observer ; il est longé par un petit canal, l'uretère, qui part d'un rein volumineux accolé au péricarde et aboutit à l'orifice excréteur.

b) **Étude de l'appareil digestif** (fig. 96). A l'aide de ciseaux fins, pratiquer une incision suivant la ligne médiane dorsale du corps, la prolonger jusqu'à la tête. Écarter les téguments incisés et les épingler de chaque côté. Déchirer avec la pince fine le mince tégument qui entoure le tortillon, ce qui permettra de dégager plus facilement les parties de l'intestin qui s'y trouvent.

Dans l'Escargot ainsi ouvert, on observe un ensemble d'organes foncés qui sont les organes digestifs mêlés à des organes blanchâtres et filamenteux qui font partie de l'appareil génital. La dissection consistera à séparer les deux appareils.



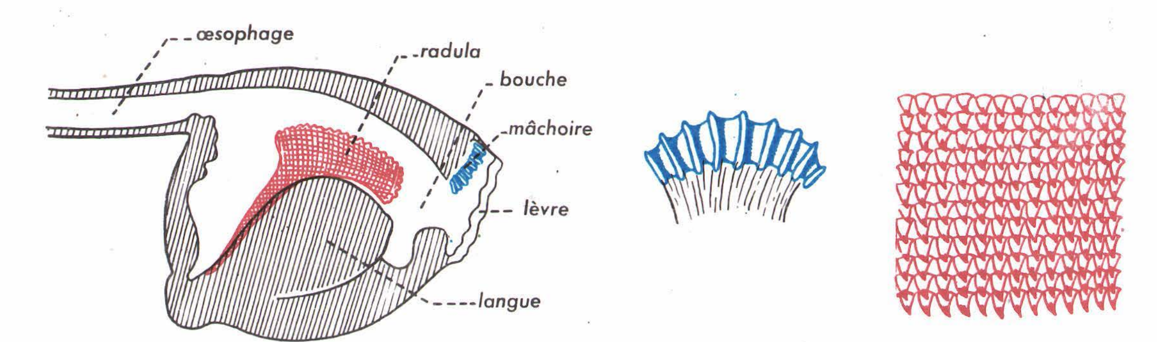


Fig. 95. - *A gauche, structure du bulbe buccal ; au centre, la mâchoire de la lèvre supérieure ; à droite, structure microscopique de la radula.*

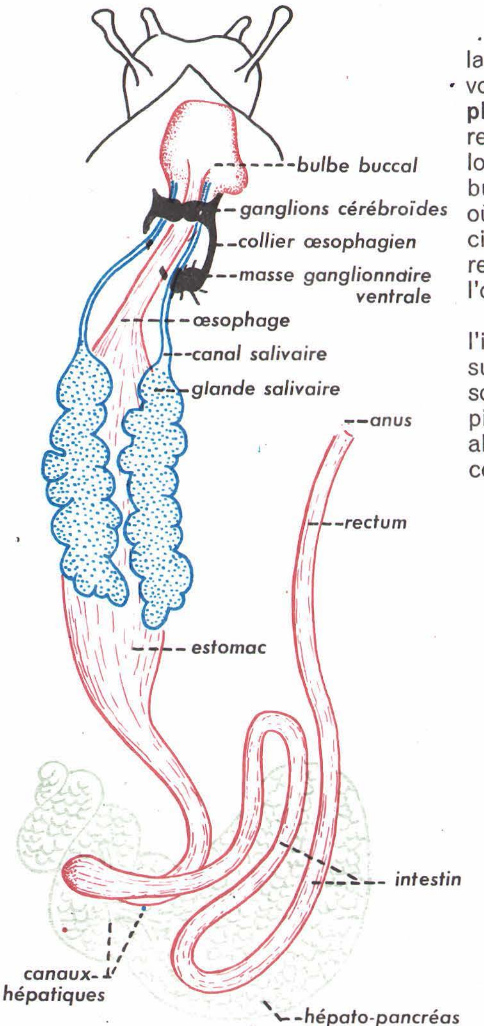


Fig. 96. - *Le tube digestif de l'Escargot.*

La bouche est placée sur la face ventrale de la tête ; elle donne accès dans un **bulbe buccal** volumineux qui se continue par un court **œsophage** s'élargissant en un **estomac** renflé que recouvrent **deux glandes salivaires** lobées. Deux longs canaux déversent la salive dans le bulbe buccal. L'**intestin,** très allongé, décrit dans le foie, où il reçoit les **canaux hépatiques,** une double circonvolution, puis se réfléchit vers l'avant ; le rectum vient aboutir à l'anus situé à côté de l'orifice respiratoire.

Cette étude de l'appareil digestif se termine par l'incision du bulbe buccal ; on y trouve, à la partie supérieure, **une dent cornée,** et, sur la langue, une sorte de râpe à dents nombreuses et microscopiques, **la radula,** qui sert à la mastication des aliments. La dent et la radula s'observent au microscope dans une goutte d'eau (fig. 95).

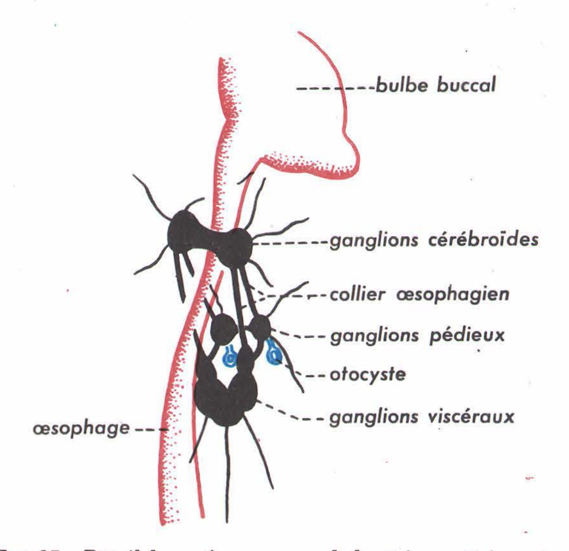


Fig. 97. - *Détail du système nerveux de la région antérieure.*

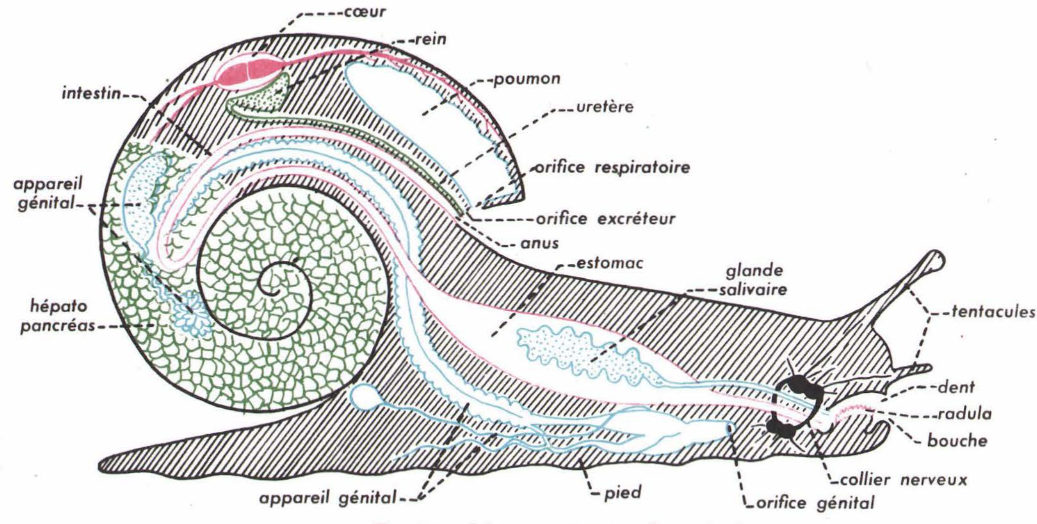


Fig. 98. - *Schéma représentant l'organisation de l'Escargot.*

nerf auditif
cellules sensibles ciliées
vésicule
otolithe

Fig. 99. - *Coupe schématique d'un otocyste d'Escargot.*

dard
sac

Fig. 100. - *Structure du sac du dard.*

Fig. 101. - *Appareil génital hermaphrodite de l'Escargot.*

orifice génital
gaine du pénis
flagelle
canal déférent
glandes multifides
spermiducte
oviducte
diverticule séminal
vagin
poche du dard
canal hermaphrodite
éceptacle séminal
tortillon
glande hermaphrodite
glande à albumen

c) **Étude du système nerveux** (fig. 97). La partie principale du système nerveux est un collier œsophagien situé en arrière du bulbe buccal. Ce collier porte un certain nombre de ganglions :

— Une paire de ganglions cérébroïdes dorsaux.

— Une masse ganglionnaire ventrale formée par la juxtaposition de plusieurs ganglions. Un collier nerveux unit cette masse aux ganglions cérébroïdes dorsaux.

Des nerfs partant de ces ganglions ventraux se ramifient dans la masse viscérale. D'autres, partant des ganglions cérébroïdes, se rendent aux organes des sens de la tête. De plus, une paire d'organes d'audition et d'équilibration, les **otocystes,** sont accolés à la masse ganglionnaire ventrale. L'observation des otocystes est difficile sur des Escargots frais. On la pratique sur des animaux rendus transparents par un traitement préalable à l'acide oxalique.

d) **Étude de l'appareil génital** (fig. 101). La plupart des organes génitaux se trouvent découverts par la dissection de l'appareil digestif. L'Escargot est un animal **hermaphrodite,** c'est-à-dire à la fois producteur de gamètes mâles et de gamètes femelles. Mais l'Escargot ne possède qu'une seule glande génitale : **la glande hermaphrodite.** Elle est incluse dans la masse du tortillon, et on peut la trouver en remontant un canal court et sinueux, le canal hermaphrodite. Ce canal aboutit à la glande à albumine, volumineuse glande annexe blanche ; de là, part un large canal sinueux, le canal godronné, formé lui-même d'une partie plus large, l'oviducte ou conduit femelle, et d'une partie étroite, le spermiducte ou conduit mâle. A l'extrémité du canal, oviducte et spermiducte se séparent. Avant d'arriver à l'orifice génital, le spermiducte reçoit un conduit allongé et fin, le flagelle, puis se renfle pour former la gaine du pénis. L'oviducte aboutit également à l'orifice génital, mais reçoit auparavant un conduit venant de la poche copulatrice, encore appelée réceptacle séminal. Dans cette région aboutissent également la poche du dard et des glandes ramifiées : les glandes à mucus.

2° BIOLOGIE

Sensibilité L'Escargot est pourvu d'une **sensibilité générale tactile** : au moindre contact il se rétracte à l'intérieur de sa coquille. En effet, les téguments renferment de nombreuses cellules sensorielles particulièrement abondantes dans les tentacules tactiles.

Les organes visuels sont des **yeux simples,** ou taches pigmentaires, placés à l'extrémité des tentacules oculaires (fig. 98).

Les **otocystes** (fig. 99), organes de l'audition et de l'équilibration, sont constitués par deux minuscules vésicules situées contre la masse ganglionnaire ventrale ; elles contiennent de fines granulations calcaires, les otolithes, et possèdent dans leur paroi des cellules sensorielles ciliées. Sous l'action d'un changement de position de l'animal, ou sous l'action de vibrations, ces concrétions calcaires excitent les cellules sensorielles. Ces organes sont en relation, par des filets nerveux sensitifs, avec les ganglions nerveux.

Locomotion L'Escargot se déplace par reptation sur la sole de son pied. On peut observer le mécanisme de cette locomotion en faisant ramper un Escargot sur une vitre ; on verra de véritables ondes de contraction qui se propagent de l'arrière vers l'avant et font avancer l'animal. Cette reptation est d'ailleurs facilitée par une sécrétion continue de mucus produit par les glandes du pied ; ce mucus laisse derrière l'animal une traînée brillante.

Nutrition Les Escargots ont un **régime végétarien** et causent de grands ravages dans les potagers par temps humide et surtout la nuit. Les feuilles de salade découpées par leur dent chitineuse sont réduites en menus morceaux par la radula, qui fonctionne comme une minuscule râpe. On détruit les Escargots à l'aide de produits chimiques contenant de la chaux ou du sulfate de cuivre. Ils sont mangés par certains animaux (Hérissons, Crapauds), et même par des Insectes carnassiers comme les Carabes et les larves de Lampyres («vers» luisants).

Circulation Le fonctionnement du cœur peut être observé sur le vivant comme il a été signalé plus haut. L'oreillette se remplit de sang incolore venant de la veine pulmonaire, puis elle se contracte et chasse le sang dans le ventricule qui se contracte à son

tour, et envoie le sang dans les organes par l'intermédiaire des artères. A l'extrémité de ces artères, le sang se déverse dans des espaces libres, les lacunes, et baigne directement les organes : la **circulation** est **dite incomplète** ou **lacunaire.**

Respiration La **respiration est pulmonaire ;** le poumon est constitué par la cavité palléale. Les échanges gazeux se font entre l'air contenu dans cette cavité et le sang des vaisseaux ramifiés dans le manteau. Pour rendre plus évidente la réalité de cette respiration, on peut placer plusieurs Escargots dans une petite cage grillagée, enfermée elle-même dans une cloche renversée sur une cuve à eau. L'eau monte progressivement dans la cloche, car la respiration de ces animaux absorbe l'oxygène et dégage du gaz carbonique qui se dissout dans l'eau.

Excrétion La dissection a montré la présence d'un rein. Il fonctionne comme une néphridie (voir Lombric), mais il n'a pas la forme d'un tube : c'est un sac tapissé par un épithélium glandulaire.

Reproduction Malgré leur hermaphrodisme, les Escargots s'accouplent. Cet accouplement s'accompagne d'un échange de gamètes mâles, ou plus exactement de **spermatophores** contenant des spermatozoïdes qui vont s'accumuler dans la poche copulatrice du partenaire. Là, ils attendront la maturation des ovules.

Les ovules ne se forment qu'après les spermatozoïdes. Ils sortent de la glande hermaphrodite par le canal de même nom, reçoivent les sécrétions de la glande à albumine et s'engagent dans l'oviducte à l'extrémité duquel ils seront fécondés par les spermatozoïdes contenus dans la poche copulatrice. Les œufs fécondés, protégés par une mince coque calcaire, sont pondus au nombre de plusieurs dizaines (50 à 80) ; l'Escargot les dépose dans des trous de 4 à 5 centimètres de profondeur qu'il creuse dans la terre humide, et qui sont bouchés après la ponte. Au bout de trois semaines, les œufs éclosent et **donnent naissance à de minuscules Escargots déjà pourvus d'une fine coquille spiralée.** Ils partent immédiatement à la recherche de leur nourriture.

Hibernation Nous avons déjà vu que les Escargots luttaient contre la sécheresse et le froid en sécrétant une lame de mucus qui, en se desséchant, obture l'ouverture de la coquille. Cette membrane, mince et fragile quand il s'agit de lutter contre la sécheresse, est beaucoup plus épaisse et imprégnée de calcaire pendant l'hiver.

3° PLACE DE L'ESCARGOT DANS LE RÈGNE ANIMAL

Le corps de l'Escargot est **entièrement mou et non segmenté ;** la masse viscérale est enveloppée dans un manteau qui sécrète la coquille : l'Escargot appartient à l'embranchement des **MOLLUSQUES.**

La tête bien distincte, le pied situé sous le tube digestif, la coquille à une seule valve enroulée en spirale, placent l'Escargot dans la classe des **GASTÉROPODES** (on dit parfois classe des Univalves). Le pied, volumineux, forme une sole de reptation sur laquelle repose l'estomac (d'où le nom de Gastéropode). La masse viscérale, presque totalement enfermée dans la coquille, subit un enroulement hélicoïdal qui altère la symétrie bilatérale de l'animal.

L'Escargot appartient à la sous-classe des **GASTÉROPODES PULMONÉS** comprenant des Mollusques terrestres et dulçaquicoles (d'eau douce) à respiration pulmonaire. Les **PULMONÉS** sont hermaphrodites.

Les **PULMONÉS** se divisent en deux ordres :

a) Le premier ordre est caractérisé par la présence de quatre tentacules, deux grands et deux petits, les deux premiers portant les yeux à leur extrémité. Parmi eux citons les Escargots, les Limaces, qui sont des **PULMONÉS** terrestres.

b) Les Mollusques du second ne possèdent que deux tentacules à la base desquels sont situés les yeux. Ce groupe renferme surtout des **PULMONÉS** d'eau douce : Limnées, Planorbes.



LA MOULE

Les Moules vivent dans la mer, au voisinage des côtes, par groupes de nombreux individus fixés sur les rochers battus par les vagues. On les élève sur des pieux appelés bouchots. La vente des Moules est interrompue pendant les mois sans r, de Mai à Août : c'est l'époque de la reproduction ; la Moule devient moins appétissante et, en raison de la température, elle résiste mal au transport.

1° DESCRIPTION ET STRUCTURE

Le corps de la Moule est protégé par une **coquille** formée de **deux valves égales.** Quand l'animal meurt, par exemple si on le plonge dans de l'eau bouillante, les deux valves s'écartent l'une de l'autre.

Le corps, **entièrement mou et non segmenté,** est enveloppé dans un manteau. Un examen sommaire permet d'observer (fig. 105) : le pied, le byssus, le muscle adducteur postérieur et le muscle adducteur antérieur qui, chez la Moule vivante, assuraient le rapprochement des deux valves.

En écartant les deux lobes du manteau, on voit que la Moule ne possède pas de tête distincte. La bouche permet cependant de reconnaître la partie antérieure de l'animal. Le cœur, visible par transparence, indique la région dorsale. Ces quelques notions sont indispensables pour étudier la coquille, en particulier pour l'orienter.

Étude de la coquille Comme on vient de le voir, les deux valves s'écartent l'une de l'autre après la mort, mais restent liées par une charnière. Quand les muscles adducteurs se relâchent, le ligament élastique situé au niveau de la charnière fait écarter les deux valves. Autrement dit, le rapprochement des valves est un phénomène actif, et l'écartement un phénomène passif.

Il est facile d'orienter la coquille : la bouche (partie antérieure) se trouve vers l'extrémité pointue, et le cœur (région dorsale) vers le bord arrondi de la coquille. Il y a donc une **valve droite** et une **valve gauche.** La fig. 102 représente une valve gauche.

a) **Étude de la face externe** (fig. 102). L'observation est parfois gênée par la présence d'autres animaux : tubes dans lesquels vivent des Serpules (petites Annélides sédentaires), carapaces de Balanes (petits Crustacés fixés, très différents des Crustacés libres).

La face externe des valves est d'une couleur noirâtre avec des reflets bleutés. Elle présente des courbes régulières, les **stries d'accroissement**, qui sont les témoins des étapes successives de la croissance.

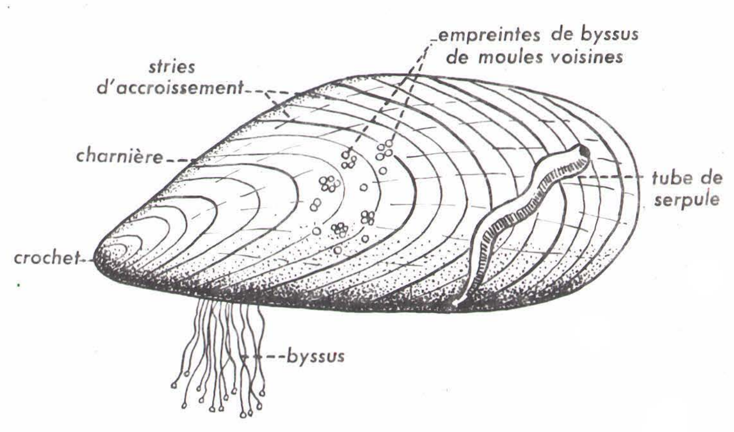


Fig. 102. - *Moule ; valve gauche, face externe.*

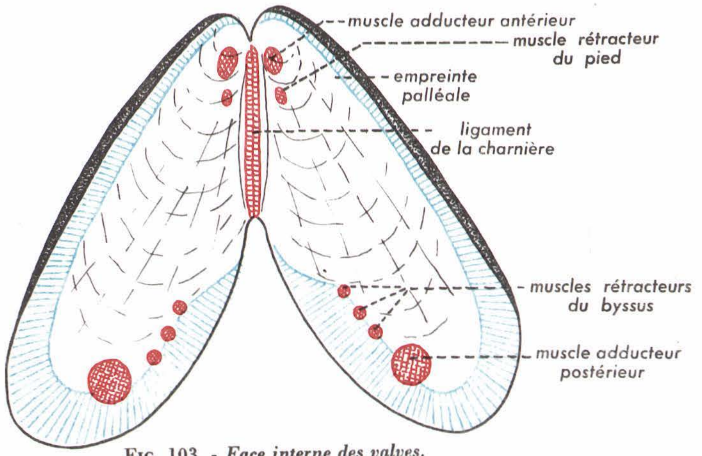


FIG. 103. - *Face interne des valves.*

b) **Étude de la face interne** (fig. 103). La face interne de la coquille est recouverte d'une couche brillante, nacrée. Sur les bords, elle est plus mince et la couleur devient bleu foncé. Cette couche s'interrompt en certains points précis : c'est là que venaient se fixer les muscles dont des fragments sont parfois restés collés sur la valve. Les principales empreintes que l'on peut observer sont celles :

— Du muscle adducteur postérieur, vers l'extrémité arrondie de la valve.

— Du muscle adducteur antérieur, vers la pointe de la coquille.

— Des muscles rétracteurs du pied et du byssus, du côté dorsal.

L'importance des empreintes donne une bonne idée de la grosseur des muscles. L'examen de la charnière montre le ligament élastique, brunâtre (fig. 103). L'empreinte du manteau, nettement visible, suit le bord de la coquille.

c) **Nature chimique et structure de la coquille.** Une goutte d'acide dilué déposée sur la face externe de la coquille ne produit pas d'effervescence, tandis que la même expérience répétée sur la face interne, déclenche une vive effervescence, ce qui indique la présence de carbonate de chaux. D'une valve plongée dans de l'acide chlorhydrique dilué, il ne reste plus, au bout d'un certain temps, qu'une cuticule de nature chitineuse inattaquée par l'acide.

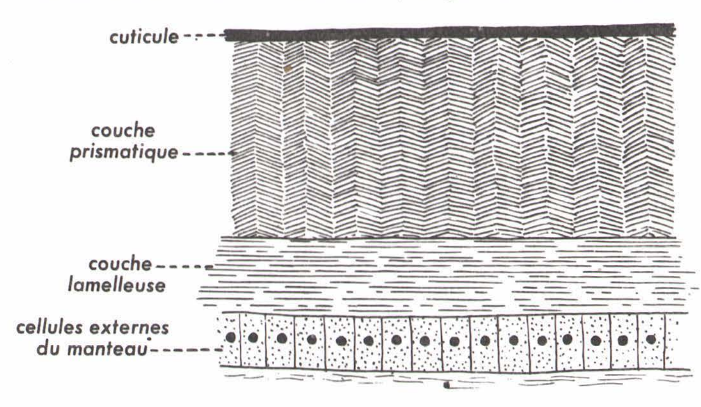


FIG. 104. - *Structure de la coquille.*

Une coupe microscopique de la coquille (fig. 104) montre, de l'extérieur vers l'intérieur :

— Une cuticule mince et colorée, de nature chitineuse.

— Une couche prismatique calcaire.

— Une couche de lamelles calcaires superposées (couche lamelleuse) directement en rapport avec le manteau.

Étude du corps Cette étude se fait sur des Moules tuées par l'eau bouillante (voir plus haut) et sur des Moules ouvertes vivantes. On glisse la lame d'un couteau entre les deux valves, dans la région postérieure, et l'on coupe le muscle adducteur postérieur, de loin le plus important. Les valves s'écartent légèrement et il est facile, à l'aide d'un scalpel, de détacher le manteau de la coquille ; en effet il n'adhérait à cette dernière que par les bords. Il faut enfin trancher le muscle adducteur antérieur et les muscles rétracteurs du pied pour sortir l'animal de sa coquille.

A. - **Vue latérale.** Orientons la Moule par repérage du muscle adducteur postérieur. Le corps est enveloppé par les deux lobes du manteau. **C'est le manteau qui sécrète la coquille.** En avant, ces lobes sont soudés et forment une sorte de capuchon recouvrant la bouche. Ils sont également soudés dans la région dorsale, sauf à la partie postérieure où il se forme une **boutonnière** (fig. 105). Ventralement les lobes du manteau sont séparés l'un de l'autre et laissent sortir le pied ainsi que le byssus.

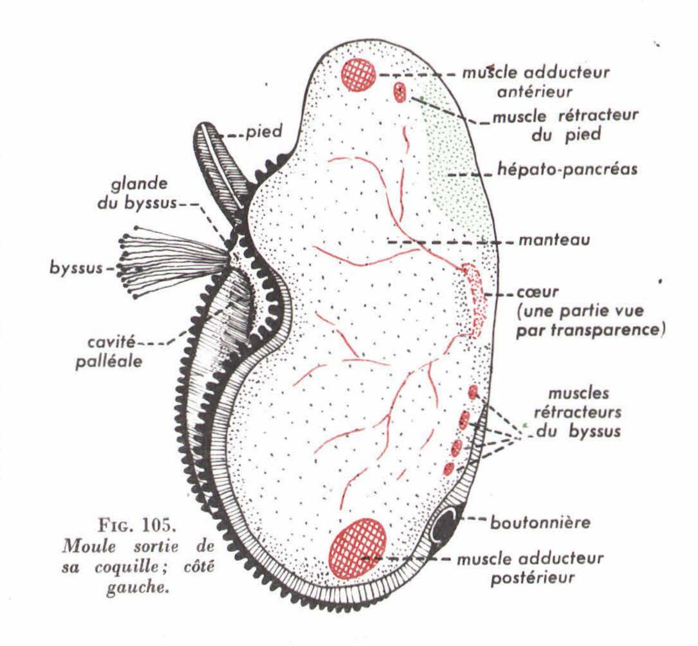


FIG. 105. *Moule sortie de sa coquille; côté gauche.*

Le manteau est formé par un tissu mou et fragile, limité sur les bords par une bande musculeuse festonnée, de couleur foncée, soudée à la coquille. Ce bord réagit au contact par une contraction ; cette propriété est utilisée pour vérifier si la Moule est vivante.

Les deux lobes du manteau délimitent une cavité remplie d'eau de mer : la **cavité palléale.** Ventralement, on voit sortir de cette cavité un organe allongé, **le pied,** et la touffe de filaments du byssus sortant de l'orifice de la **glande du byssus.**

B. - **Face ventrale.** Pour étudier la face ventrale, on écarte les deux lobes du manteau que l'on épingle sur le fond de la cuvette. On recouvre d'eau (fig. 106).

Au centre se trouve la **masse viscérale** de la Moule ; de part et d'autre de cette masse sont disposées quatre lames fines et striées transversalement, les **branchies** qui baignent dans la cavité palléale (fig. 106 et 108).

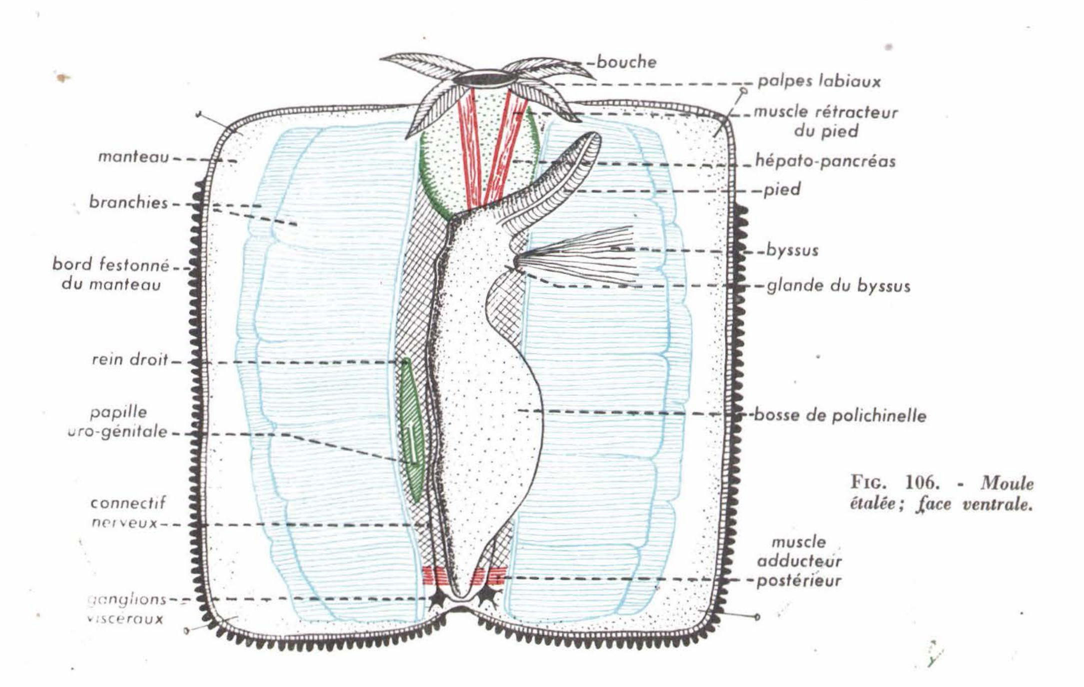


FIG. 106. - *Moule étalée; face ventrale.*

Sur la masse viscérale on observe :

— **La bouche,** fente transversale dont les bords possèdent quatre organes ayant l'aspect de petites feuilles, les palpes labiaux (fig. 106).
— Un organe de couleur marron foncé, le foie, ou plus exactement **l'hépatopancréas.**
— Deux bandes blanchâtres, **les muscles rétracteurs du pied.**
— **Le pied,** organe allongé, musculeux, de couleur rougeâtre ; il est parcouru sur sa face ventrale par un sillon longitudinal.
— **La glande du byssus,** qui produit une sécrétion visqueuse s'écoulant dans le sillon du pied. Là, elle se solidifie et donne un filament de nature cornée qui se colle à un support, fixant ainsi la Moule.
— Une masse allongée faisant saillie, **la bosse de Polichinelle,** qui renferme les glandes génitales. Au moment de la reproduction, ces dernières se développent beaucoup et envahissent les tissus du manteau (fig. 106).
— En arrière de la bosse de Polichinelle, le **muscle adducteur postérieur,** coupé en deux au moment de l'ouverture de la Moule.
— **Deux ganglions viscéraux,** partie postérieure du système nerveux de la Moule.

a) **Étude des branchies.** La Moule possède deux branchies disposées dans la cavité palléale de part et d'autre de la masse viscérale (fig. 108). Chaque branchie comprend deux feuillets fragiles qui se déchirent souvent au moment de l'étalement de la Moule. L'étude des branchies se fait à l'aide du microscope.

Pour cela, on ouvre une Moule suivant la technique décrite plus haut, et l'on recueille l'eau de mer qui se trouvait emprisonnée entre les deux valves. Un fragment de branchie est découpé à l'aide de ciseaux et monté entre lame et lamelle dans une goutte de l'eau de mer recueillie. Le tissu des branchies, maintenu dans son milieu naturel, continue à vivre.

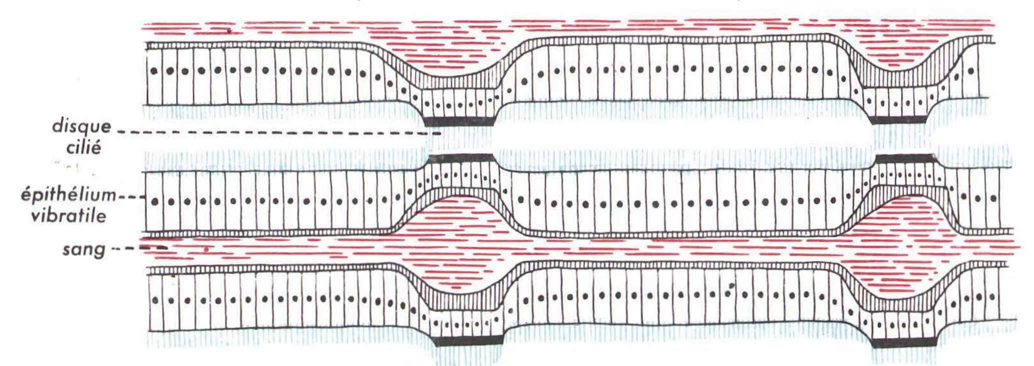


Fig. 107. - *Fragment d'une branchie de Moule observé au microscope.*

Chaque lame branchiale est formée de filaments disposés parallèlement et pourvus sur leur bord libre de cils vibratiles **(épithélium vibratile)** assurant une circulation d'eau à la surface des branchies. Ces filaments sont réunis entre eux, de place en place, par des disques portant des cils vibratiles différents des premiers. A l'intérieur de chaque filament, le sang de la Moule circule et les échanges gazeux s'effectuent par diffusion à travers les cellules des filaments.

b) **Autres organes de la cavité palléale** (fig. 106). De chaque côté de la masse viscérale se trouve un sillon qui la sépare des branchies. Dans chaque sillon, au niveau de la bosse de Polichinelle, on peut observer un **rein** allongé et brunâtre surmonté d'un petit conduit blanchâtre terminé par un orifice : la **papille uro-génitale.**

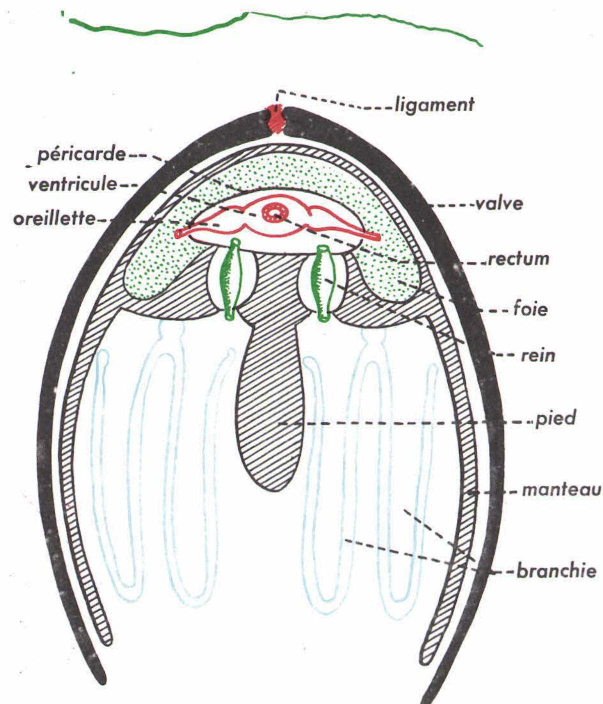


Fig. 108. - *Coupe transversale schématique d'une Moule.*

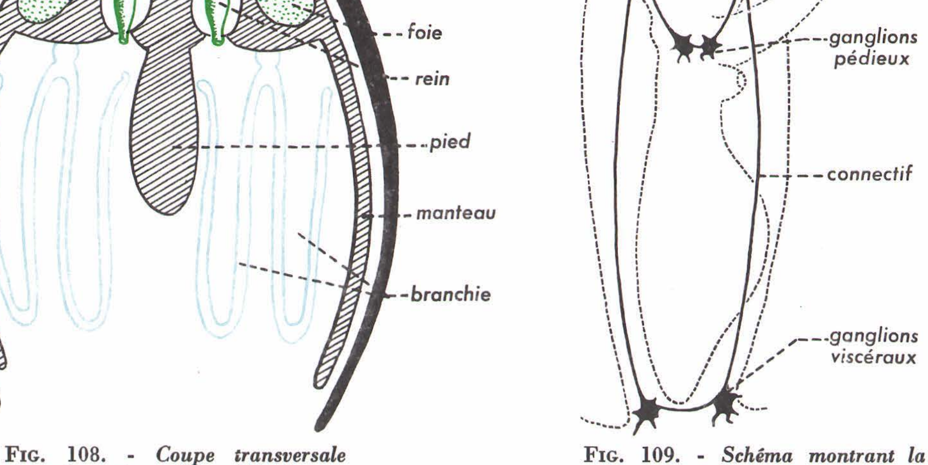


Fig. 109. - *Schéma montrant la disposition du système nerveux.*

c) **Le système nerveux.** Le système nerveux de la Moule est simple ; il est formé de **trois paires de ganglions :**

— Une paire de ganglions cérébroïdes au voisinage de la bouche.
— Une paire de ganglions pédieux en avant du pied.
— Une paire de ganglions viscéraux dans la partie postérieure du corps.

Ces ganglions sont réunis par des **filets nerveux,** ou connectifs ; des ganglions partent également des nerfs très fins qui se ramifient dans les différentes parties du corps. On repère assez facilement les ganglions viscéraux (fig. 109) à la pointe inférieure de la bosse de Polichinelle, sur les muscles postérieurs ; ils sont visibles sans dissection, de même que le connectif qui part de chacun d'eux et remonte dans le sillon bordant la masse viscérale.

Pour trouver les ganglions cérébroïdes, il faut couper à leur base les palpes labiaux ventraux ; on peut alors repérer, de chaque côté de la bouche, ces petits ganglions. Quant aux ganglions pédieux, ils se trouvent à la partie antérieure de la base du pied ; pour les observer, il faut couper et enlever avec des pinces fines les muscles rétracteurs du pied.

C. - **Étude de la face dorsale** (fig. 108). On retourne la Moule et on la fixe à l'aide d'épingles, comme pour l'étude de la face ventrale. Les deux lobes jaunâtres du manteau sont parcourus par de petits vaisseaux sanguins incolores. On aperçoit par transparence les organes déjà trouvés sur la face ventrale, en particulier le foie. De plus, on voit nettement le cœur.

a) **Étude du cœur** (fig. 108). Pour observer directement le cœur, on incise la paroi du corps, très mince à ce niveau. Le cœur est enfermé dans un péricarde. Une fois celui-ci ouvert, on observe :

— Un ventricule médian allongé.
— De chaque côté du ventricule, une oreillette à paroi plus ou moins plissée.

Le sang arrive dans les oreillettes, passe dans le ventricule d'où il sort par des artères se dirigeant en avant et en arrière du cœur. On incise la paroi du ventricule dans le sens de la longueur; à l'intérieur se trouve la partie terminale de l'intestin, ou rectum, qui traverse cet organe.

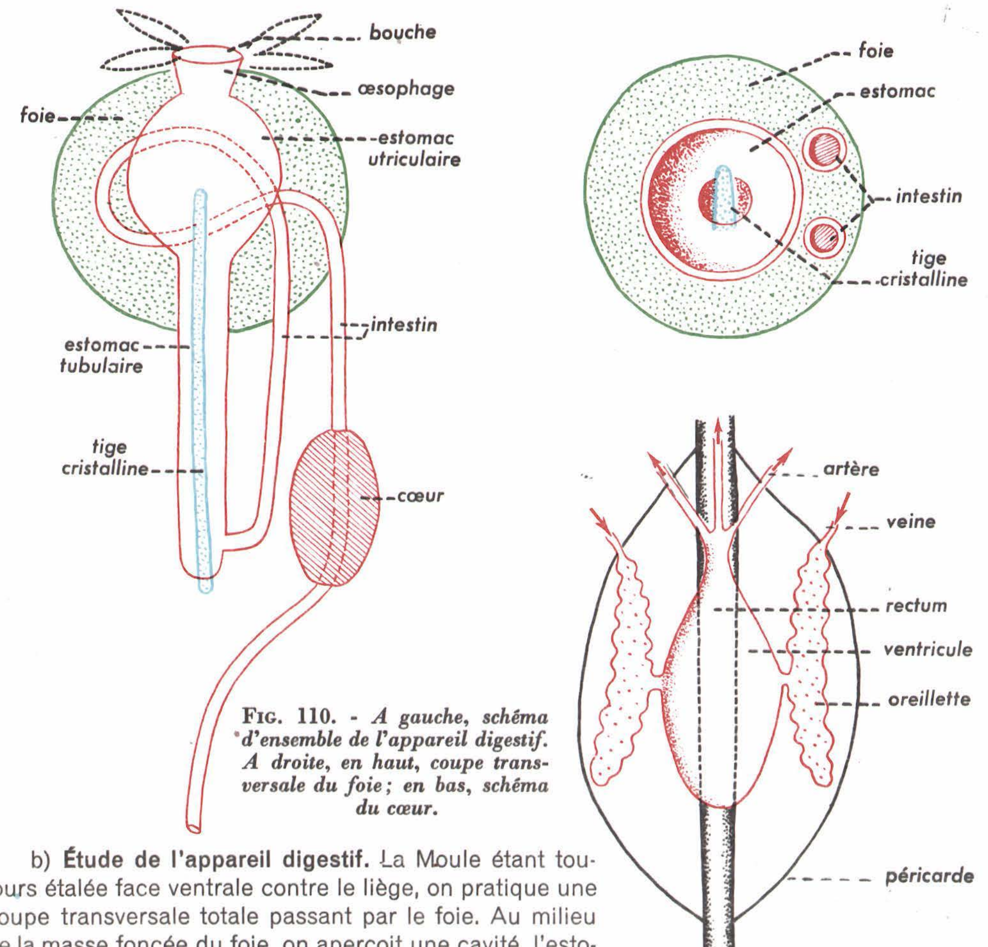


FIG. 110. - *A gauche, schéma d'ensemble de l'appareil digestif. A droite, en haut, coupe transversale du foie; en bas, schéma du cœur.*

b) **Étude de l'appareil digestif.** La Moule étant toujours étalée face ventrale contre le liège, on pratique une coupe transversale totale passant par le foie. Au milieu de la masse foncée du foie, on aperçoit une cavité, l'estomac (fig. 110). Dans le fond de l'estomac, on voit saillir une petite tige transparente que l'on peut retirer complètement : c'est la tige cristalline enfermée dans l'estomac tubulaire. Elle est formée d'une substance riche en sucs digestifs. A côté de l'estomac, deux autres orifices correspondent à la coupe de l'intestin faisant une boucle dans le foie.

La fig. 110 donne une idée de l'appareil digestif. La bouche se continue par un court œsophage aboutissant à un estomac composé de deux parties, une partie sphérique ou estomac utriculaire, une partie allongée ou estomac tubulaire, renfermant la tige cristalline. L'intestin, après avoir décrit une boucle dans le foie, reprend la direction de la région postérieure, traverse le ventricule du cœur et aboutit à l'anus situé sur la ligne médiane du corps, en avant du muscle adducteur postérieur. Un foie volumineux, ou hépatopancréas, entoure l'estomac et communique avec lui par deux courts conduits.

2° BIOLOGIE DE LA MOULE

Sensibilité On pense que la vie sédentaire de la Moule a entraîné la régression des organes des sens et celle de la tête elle-même (Mollusque acéphale). Cependant, la Moule est pourvue d'une certaine **sensibilité générale** due à la présence de cellules sensibles répandues sur toute la surface du manteau, mais surtout nombreuses sur le bord de cet organe qui se contracte au moindre contact (pointe du scalpel), ou sous l'action d'un acide (goutte

de vinaigre ou de citron). Les cellules sensibles sont également abondantes sur les palpes labiaux et servent sans doute à recueillir des excitations de contact, de goût, etc... Ces cellules sont reliées au système nerveux.

Locomotion Il semble paradoxal de parler de locomotion à propos de la Moule, animal sédentaire fixé sur un rocher par son byssus. L'animal peut cependant effectuer quelques mouvements limités en se tirant sur son byssus (muscles rétracteurs du byssus). Parfois, la Moule rompt certains filaments de ce dernier et en sécrète de nouveaux qu'elle fixe en un autre point, ce qui permet un véritable déplacement, très lent et très limité, évidemment.

Nutrition La Moule se nourrit de débris animaux et végétaux ainsi que d'organismes microscopiques vivant à la surface de la mer (plancton). Ces aliments sont conduits à la bouche par un courant d'eau déterminé par le battement des cils vibratiles recouvrant les palpes labiaux. La Moule étant complètement dépourvue d'appareil masticateur, elle n'absorbe que des particules très petites.

Circulation Le sang venant des branchies arrive dans les oreillettes, passe dans le ventricule d'où il sort par des artères qui se ramifient dans tout le corps. Il n'existe pas de capillaires sanguins : le sang sortant des artères tombe dans des lacunes où il chemine lentement ; la circulation est dite **lacunaire**.

Respiration La respiration est branchiale. Les branchies, qui baignent dans le liquide de la cavité palléale, présentent une grande surface respiratoire. Le renouvellement de l'eau est assuré par les cils vibratiles qui recouvrent les branchies. Les valves de la coquille étant légèrement écartées, l'eau pénètre dans la cavité palléale par la partie postérieure ventrale du corps, remonte vers la partie antérieure en traversant les lamelles branchiales, puis redescend et sort par la boutonnière. Un **courant d'eau continu circule ainsi dans la cavité palléale** de la Moule (plus de 50 litres par 24 heures). A sa sortie, l'eau est plus limpide : elle a été clarifiée pendant son trajet dans la Moule. Pour mettre en évidence le rôle de filtre des branchies, on place une Moule vivante dans un verre contenant de l'eau de mer, la partie antérieure pointue de la Moule étant placée vers le bas. On colore cette eau avec du rouge neutre en poudre. On voit alors facilement le courant de sortie de l'eau qui vient de circuler dans la cavité palléale. L'eau se décolore lentement et au bout de 40 à 60 minutes environ, elle est complètement décolorée. En ouvrant la Moule, on voit que les branchies sont colorées en rouge : elles ont retenu les particules de colorant. Les Moules qui séjournent dans de l'eau sale riche en microbes retiennent également ces derniers.

Excrétion Les reins, observés au cours de la dissection, ont la forme d'un sac ouvert à ses deux extrémités et communiquant d'un côté avec l'intérieur du péricarde, de l'autre avec la cavité palléale où s'ouvre une papille uro-génitale qui sert à l'évacuation des déchets et des cellules reproductrices.

Reproduction **Les sexes sont séparés ;** chez la Moule femelle le manteau et la bosse de Polichinelle ont une couleur blanchâtre, tandis que chez le mâle ils sont d'une couleur orangée. La Moule femelle rejette ses œufs dans la cavité palléale où ils sont fécondés par les spermatozoïdes. Ces derniers, déversés dans l'eau de mer par les Moules mâles, sont entraînés dans la cavité palléale de la femelle par la circulation d'eau décrite plus haut.

Les œufs fécondés, au nombre de 500 à 600.000 par Moule, donnent des **larves planctoniques** munies d'une couronne ciliée et d'un voile cilié (velum) ; ces **larves « véligères »** sécrètent très tôt une coquille rudimentaire et transparente. Elles nagent quelques jours à la surface de la mer, puis tombent au fond et se fixent par un byssus. Au bout d'un an, ces jeunes Moules atteignent une taille de 5 à 6 centimètres.

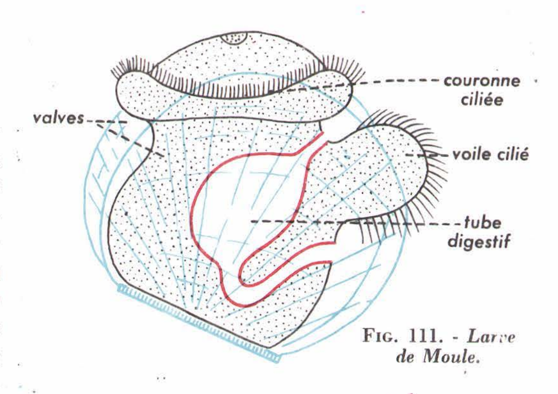


Fig. 111. - *Larve de Moule.*

La mytiliculture On appelle moulières naturelles les stations où les Moules ont trouvé les meilleures conditions de développement et de nourriture (côtes du Calvados, banc du Mont Saint-Michel, côtes bretonnes, embouchure de la Vilaine, côtes de la Charente-Maritime, les étangs de Thau et de Berre en Méditerranée). Mais ces moulières naturelles contiennent un nombre tellement élevé d'individus, que la nourriture devient parfois insuffisante : « l'engraissement » des coquillages se fait mal ou trop lentement. D'autre part, ces moulières sont parfois dévastées par des ennemis des Moules : Étoiles de mer, Pourpre perforant, Raies. Aussi a-t-on édifié des moulières artificielles ; la pratique de la mytiliculture s'est développée en France depuis Patrice WALTON qui, en 1235, remarqua que sur les pieux enfoncés dans la vase et destinés à tendre des filets, de petites Moules venaient se fixer et s'y « engraissaient » beaucoup plus vite que dans les moulières naturelles. Patrice WALTON planta alors des pieux, ou bouchots, sur lesquels il effectuait l'élevage des Moules.

Aujourd'hui, on recueille de jeunes Moules, ou naissain, dans des moulières naturelles et on les dépose dans des parcs d'élevage où elles se fixent très rapidement sur les pieux. On utilise aussi les bouchots à naissain placés au large, où se fixent les larves, et les bouchots à « engraissement » plantés dans les eaux calmes près de la côte. Du point de vue alimentaire, les Moules constituent un aliment dont la composition chimique rappelle celle du lait.

	eau	sels minéraux	glucides	lipides	protides
Lait	87	1	5	4	3
Moule.........	86	1	3	1	9

Cependant, les Moules doivent être consommées fraîches et vivantes, car après la mort elles s'altèrent très vite et peuvent causer des intoxications dangereuses. Leur vente est interdite de mai à septembre (mois sans r) correspondant à la période de reproduction. Les produits génitaux qui remplissent la bosse de Polichinelle et le manteau, se décomposent très rapidement, d'autant plus que la température est généralement élevée à cette saison.

D'autre part, si les Moules ont séjourné dans des eaux polluées, elles ont pu fixer dans leurs branchies de nombreux microbes : bacilles typhiques, colibacilles, etc...).

3° PLACE DE LA MOULE DANS LE RÈGNE ANIMAL

Les Moules sont des **MÉTAZOAIRES** présentant les caractères suivants :

— Corps mou, non segmenté, protégé par une coquille sécrétée par le manteau.
— Cavité palléale contenant les organes respiratoires.
— Masse viscérale représentant l'ensemble des principaux organes.
— Pied musculeux.

Les Moules appartiennent à l'embranchement des **MOLLUSQUES** et à la classe des **MOLLUSQUES BIVALVES** (coquille à deux valves) appelée aussi classe des **MOLLUSQUES LAMELLIBRANCHES** (branchies en lamelles). Les animaux de cette classe sont dépourvus de tête (Mollusques acéphales) et ont une respiration branchiale.

La classification des **LAMELLIBRANCHES** est fondée sur la disposition des muscles adducteurs et sur la forme de l'empreinte palléale, empreinte laissée par le manteau sur la face interne de la coquille.

10

LA SEICHE

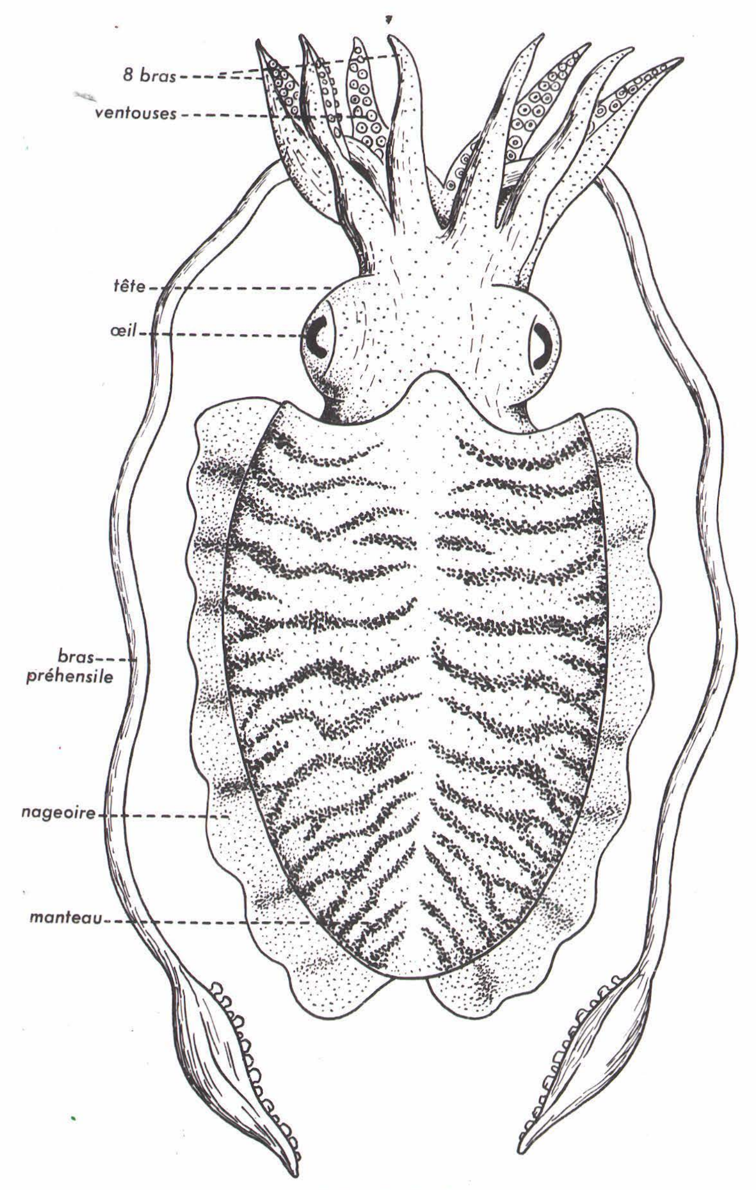


FIG. 112. - *Seiche, face dorsale.*

La Seiche est très commune sur nos côtes où elle vit au voisinage des prairies sous-marines de zostères et de posidonies (Monocotylédones). Les zébrures colorées de la face dorsale la rendent difficilement visible sur le fond. Son élevage en aquarium d'eau de mer est assez facile. Comestible, elle est fréquente sur l'étal des poissonneries. Les plus grandes Seiches ne dépassent pas 75 centimètres de longueur.

1° DESCRIPTION ET STRUCTURE

Anatomie externe

A. - **Description de la face dorsale.** L'animal, bien étalé dans la cuvette sur la face ventrale, présente donc sa face dorsale (fig. 112), plus pigmentée. On distingue :

a) A la partie antérieure, une **couronne de 10 bras,** ou **tentacules,** qui correspond au pied des Mollusques déjà étudiés. Huit tentacules sont courts et coniques, les deux tentacules ventraux étant plus larges, plus courts et plus puissants. Tous possèdent de nombreuses **ventouses** de dimensions très variables. Les deux autres tentacules, longs et grêles, dépassent la longueur du corps de la Seiche. Ils présentent une partie terminale en palette, seule pourvue de ventouses. Ces tentacules, appelés **bras préhensiles,** s'attachent à l'intérieur du cercle formé par les bras courts. Ils peuvent s'enrouler dans **deux poches sous-oculaires.**

b) Immédiatement en arrière de la couronne des bras, on observe la **tête,** d'où le nom de **Céphalopodes** (de deux mots grecs voulant dire tête et pied) donné à ces Mollusques. La tête a une forme globuleuse légèrement aplatie dorso-ventralement. Latéralement, elle porte **deux gros yeux** dont la structure, très perfectionnée, rappelle celle de l'œil des Vertébrés. Comme

chez ces derniers, il existe une sclérotique, une rétine, un cristallin, un iris, une humeur vitrée. Une orbite cartilagineuse et une paupière ventrale mobile protègent l'œil. Entre les yeux, la tête est dure au toucher, car il se forme sous la peau une capsule cartilagineuse protégeant le système nerveux. Cette disposition, unique chez les Invertébrés, n'est pas sans rappeler étrangement la disposition du crâne des Vertébrés, et montre le degré de perfectionnement atteint par ces Mollusques Céphalopodes.

c) La masse viscérale est entourée par un **manteau** qui, dorsalement, donne un aspect ovoïde à l'animal. La peau présente des bandes transversales de couleur variable. L'épiderme est très riche en cellules pigmentaires, ce qui permet à la Seiche de s'adapter à la couleur du milieu dans lequel elle évolue **(homochromie)** ; on lui donne parfois le nom de « caméléon marin ». Le manteau est bordé latéralement par un repli de la peau soutenu intérieurement par une lame cartilagineuse. Les mouvements d'ondulation de cette nageoire permettent à la Seiche de maintenir sa stabilité et de se déplacer lentement.

B. - **Description de la face ventrale** (fig. 114). Retournons l'animal et examinons sa face ventrale. Elle est plus claire que la face dorsale, donc plus pauvre en cellules pigmentaires. Juste en arrière de la tête, le manteau présente un bord libre, ce qui détermine une large fente, la **fente palléale** (1), qui donne accès dans la **cavité palléale** dont le plancher est constitué par la face ventrale du manteau. Sur la ligne médiane de cette face ventrale, on voit sortir de la fente palléale un tube conique ouvert à ses deux extrémités : c'est le **siphon,** ou entonnoir. La fente palléale n'est pas béante : elle possède un système de fermeture qui n'est bien visible qu'une fois la cavité palléale ouverte.

C. - **Étude des tentacules** (fig. 114). Les 8 bras courts sont réunis à leur base par une **membrane palmaire.** La face interne possède des ventouses de taille variable, non disposées en rangées, les plus grosses étant à la base des bras, les plus petites à l'extrémité libre. On a déjà remarqué que les deux bras ventraux étaient plus forts que les 6 autres. Chez le mâle le bras ventral gauche, encore appelé **bras hectocotyle,** est différent du droit et sert à l'accouplement.

Au-dessus des deux bras ventraux, on observe les deux orifices qui donnent accès dans les cavités où viennent s'enrouler les deux longs tentacules. Enfin, au centre de la couronne de bras, se trouve la **bouche** entourée d'un repli membraneux plissé formant une lèvre circulaire. Deux pointes dures sortent de la bouche.

Les ventouses (fig. 113) méritent une étude particulière. Les plus grandes, globuleuses, sont attachées sur le bras par un fin pédoncule. Sur leur face d'adhérence, elles présentent un **anneau corné** au bord finement denté. Une coupe de la ventouse montre une **partie musculaire**

(1) du latin pallium : manteau.

FIG. 113. - *Structure d'une ventouse de la Seiche.*

Fig. 114. - *Seiche, face ventrale.*

centrale fonctionnant comme un piston. Quand la ventouse est appliquée sur une proie, ce muscle-piston se contracte ; la pression diminue à l'intérieur de la coupe, ce qui détermine un effet de succion qui cesse dès que le muscle-piston se relâche. Les petites ventouses ne présentent pas ce dispositif et ne sont pas fonctionnelles.

D. - **Étude de la peau et des cellules pigmentaires.** Prélever sur la face dorsale de l'animal un petit fragment de peau et l'étaler dans une goutte d'eau de mer sur une lame de verre ; recouvrir d'une lamelle et observer au microscope. La pigmentation de la peau est due à de nombreuses cellules pigmentaires, appelées **chromatophores,** renfermant des pigments noirs **(mélanines)** ou orangés **(caroténoïdes).** Dans la partie profonde de la peau (derme) existent des cellules remplies d'un pigment argenté, la **guanine.** Si le fragment de peau a été prélevé sur une Seiche morte depuis très peu de temps, il sera possible d'observer sous le microscope des mouvements de contraction ou de dilatation des chromatophores. C'est par les mouvements de ces cellules pigmentaires que la Seiche adapte sa couleur à celle du milieu où elle se trouve. Le mécanisme des variations de couleur est, à la fois, un **mécanisme réflexe,** donc nerveux, en relation avec la vision, et aussi un **mécanisme hormonal.** Il semble qu'une Seiche effrayée prenne une teinte plus claire ; au cours de la période de reproduction, elle devient au contraire plus foncée.



Fig. 115.
Cellules pigmentaires.

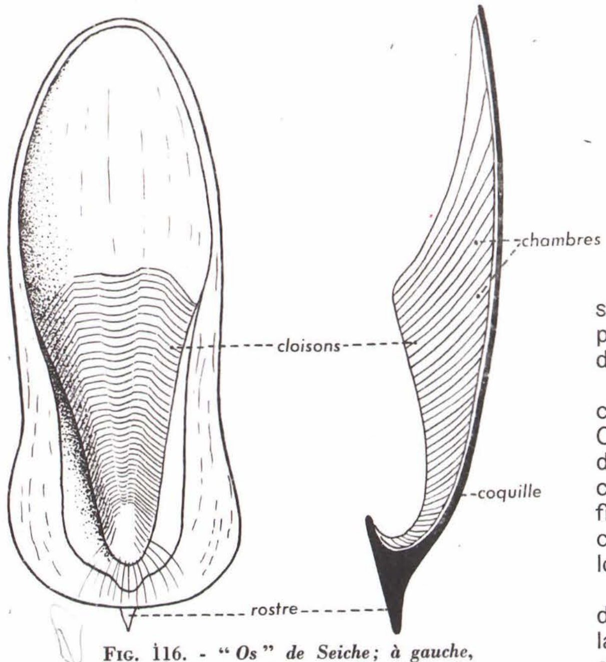


Fig. 116. - *" Os " de Seiche ; à gauche, face ventrale ; à droite, coupe longitudinale.*

Anatomie interne A. - **Étude de la coquille ou « os » de Seiche.** On fend le manteau de la Seiche en suivant la ligne médiane de la face dorsale et on retire la coquille appelée aussi improprement « os » de Seiche (fig. 116). Cette coquille, complètement recouverte par le manteau, est formée par une série de **cloisons calcaires** superposées et séparées par des espaces, ou **loges,** remplis de calcaire poreux. L'extrémité postérieure de la coquille est terminée par une petite pointe.

On a pu interpréter la structure de cette coquille en la comparant avec la coquille d'autres Céphalopodes. Les lamelles calcaires sont considérées comme l'équivalent des cloisons de la coquille externe du Nautile de l'Océan Pacifique ; la petite pointe postérieure, ou **rostre,** correspondrait au rostre des Bélemnites, Céphalopodes fossiles (voir cours de 4[e]).

Cette coquille présente donc un caractère de régression très marqué si on la compare à la coquille du Nautile ; son rôle protecteur est aussi considérablement réduit puisqu'elle ne recouvre qu'une partie de l'animal et qu'elle est elle-même recouverte par le manteau. L'« os » de Seiche est donné aux oiseaux en cage qui le piquent à coups de bec pour en prélever de petits fragments ; il constitue pour les oiseaux en captivité une source de calcium, corps indispensable pour l'entretien de leur squelette et la fabrication de la coquille des œufs.

B. - **Étude de la cavité palléale ouverte.** Les cavités palléales des Seiches mâles et femelles présentant des caractères différents, nous les étudierons l'une après l'autre.

a) **Cavité palléale de la Seiche mâle** (fig. 118). On incise le manteau, suivant la ligne médiane, depuis la fente palléale jusqu'à la partie postérieure du corps. On voit alors que le système de fermeture de la fente palléale est constitué par deux **« boutons-pression ».** Les **« boutons »** sont formés par deux saillies cartilagineuses du manteau venant s'emboîter exactement dans deux cavités correspondantes, les **boutonnières** situées de part et d'autre de la base de l'entonnoir. Cette fermeture est fixe.

On étale ensuite les deux moitiés du manteau sur le fond de la cuvette. On peut alors observer les organes dont l'ensemble constitue la **masse viscérale.** Il est bon toutefois d'enlever le tissu conjonctif qui emballe les organes et gêne l'observation. En arrière de l'enton-

Fig. 117. - *Représentation schématique des rapports entre les appareils circulatoire, respiratoire, et excréteur de la Seiche.*

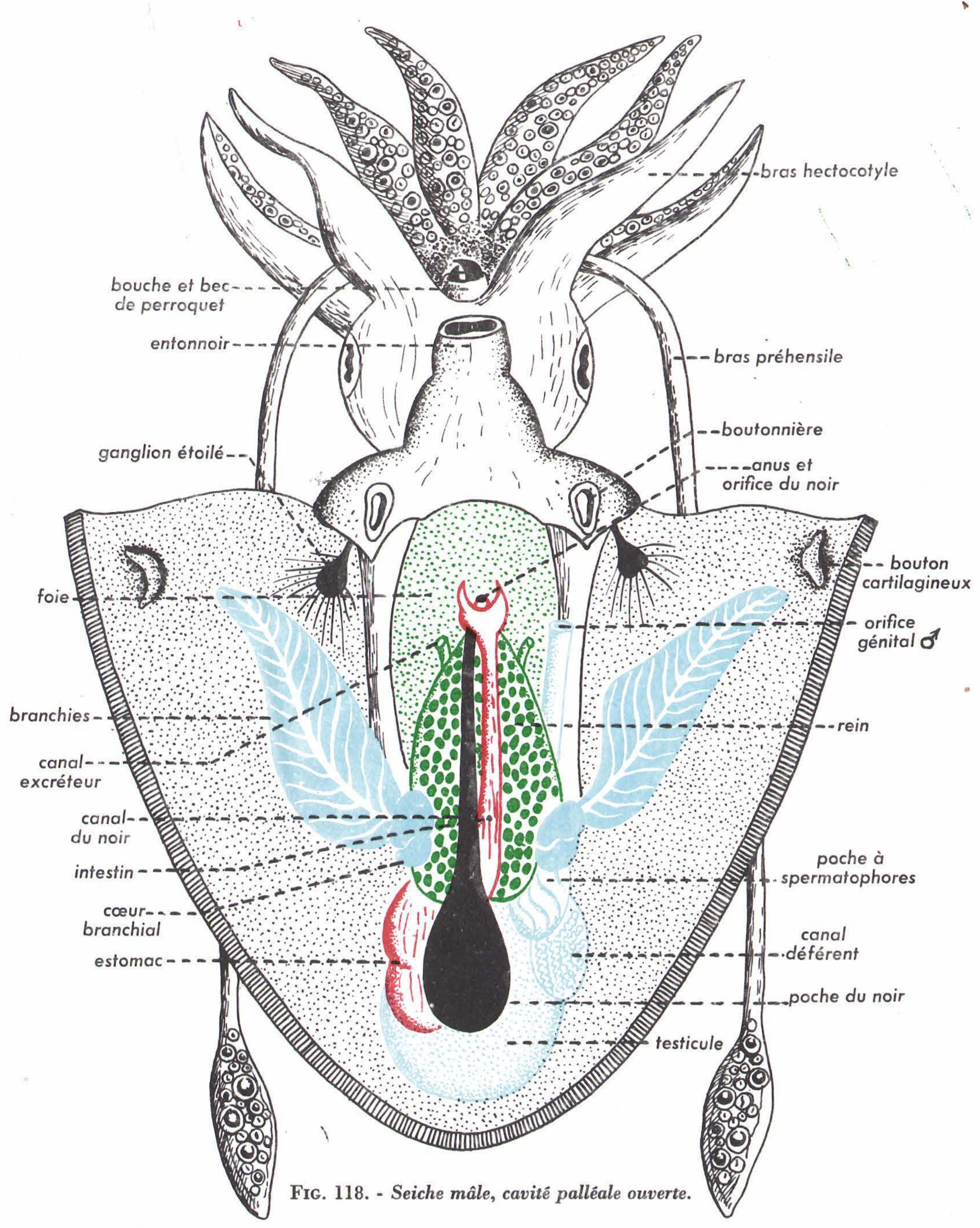


Fig. 118. - *Seiche mâle, cavité palléale ouverte.*

noir, deux piliers musculaires se prolongent vers le fond de la cavité palléale. De l'extrémité de chacun d'eux part une **branchie volumineuse** en forme de plume, présentant à sa base un **cœur branchial** arrondi d'où sort la veine branchiale qui conduit le sang noir à la branchie. Entre les piliers, on aperçoit une masse orangée, le **foie.** Du côté externe de chaque pilier se trouve un ganglion nerveux, le **ganglion étoilé.** Sur la masse du foie, on observe le **rectum** terminé par l'**anus** où débouche également le canal de la poche du noir. En arrière du foie, le rectum est recouvert par des corps spongieux dont l'ensemble forme le **rein** qui évacue ses

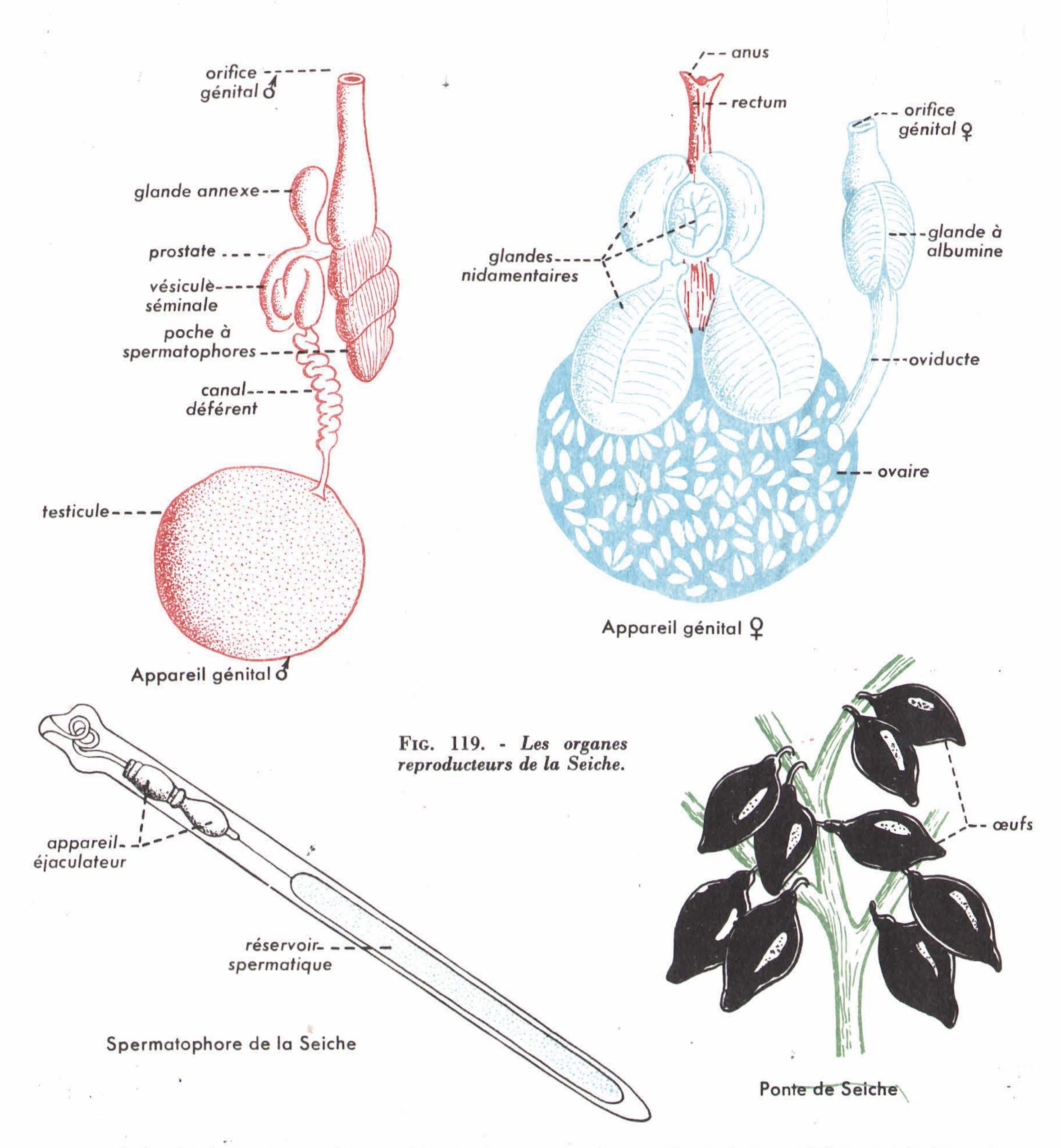


FIG. 119. - *Les organes reproducteurs de la Seiche.*

produits de déchets par deux petits canaux courts, les **uretères,** bien visibles vers la base du rectum. Une volumineuse **poche du noir** recouvre partiellement l'estomac et le testicule. Le noir de Seiche a été utilisé jadis pour la fabrication de l'encre. Il est toujours à la base de la fabrication de la véritable couleur sépia (Sepia est le nom latin de la Seiche).

L'appareil génital mâle est constitué par un ensemble de canaux et d'organes compliqués parmi lesquels on peut distinguer :

— Un **canal déférent** sinueux et pelotonné partant du **testicule.**

— Une **vésicule séminale** contournée recevant les sécrétions d'une **glande muqueuse** et d'une **prostate.**

— Une **poche à spermatophores** contenant des sortes de petites cartouches, les **spermatophores,** ayant de 1 centimètre à 1,5 cm de long et contenant les **spermatozoïdes.**

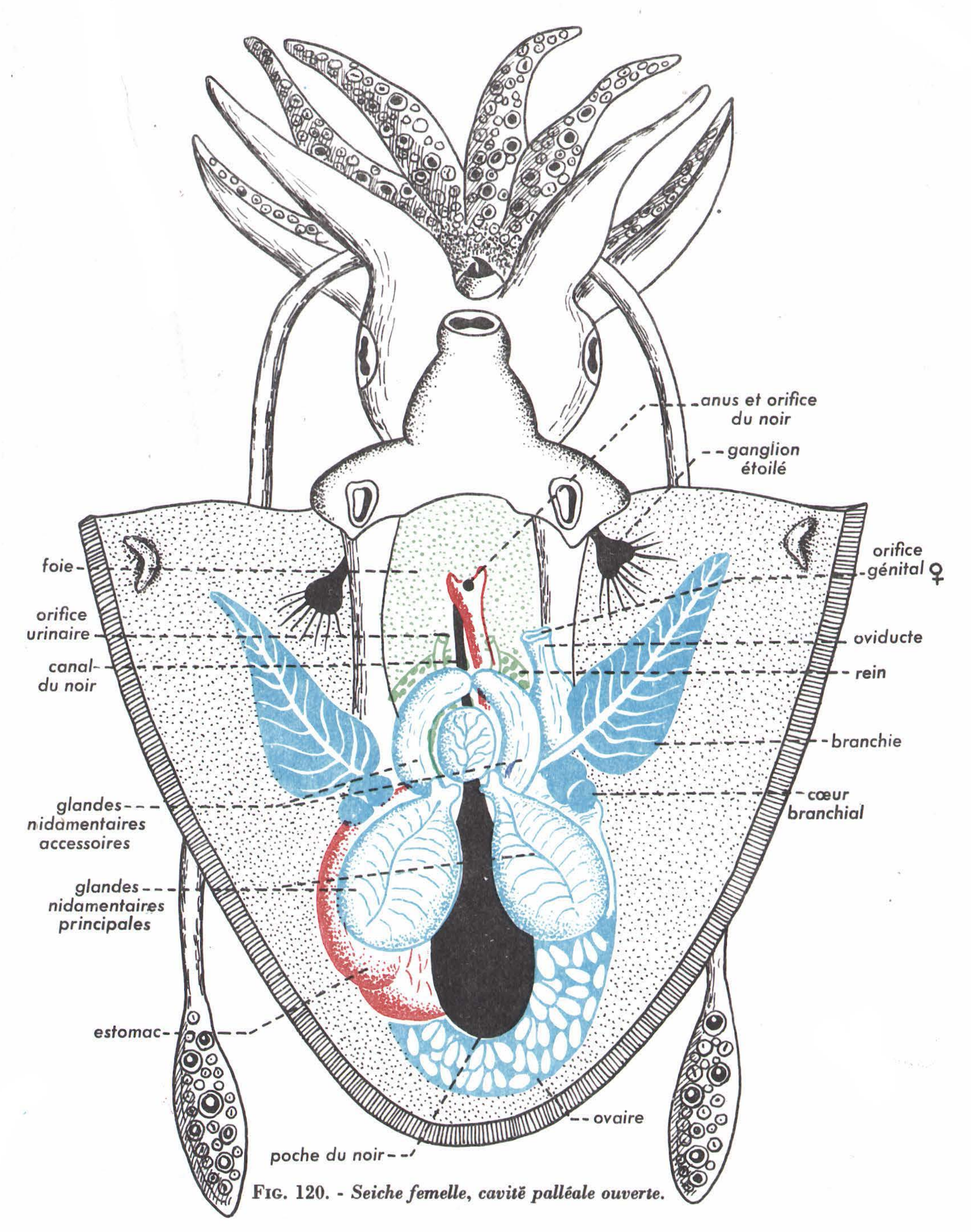


FIG. 120. - *Seiche femelle, cavité palléale ouverte.*

— Un **canal** unique, situé à la droite du rectum, servant à l'évacuation des spermatophores dans la cavité palléale au moment de la reproduction.

b) **Cavité palléale de la Seiche femelle** (fig. 120). Chez la femelle, les organes de la masse viscérale ont la même disposition que chez le mâle, mais ils sont recouverts en partie par les volumineuses glandes annexes de l'appareil génital femelle. Ce sont d'abord une paire de grosses **glandes nidamentaires** blanchâtres en forme d'outres, situées dans la partie postérieure

FIG. 121. - *Appareil digestif de la Seiche.*



FIG. 122. - *Mâchoires et radula.*

de la cavité, puis des glandes plus réduites, les **glandes nidamentaires accessoires**, formant deux lobes latéraux et un lobe médian. En arrière de la poche du noir, **un ovaire** volumineux est rempli d'ovules mûrs ou en formation. L'**oviducte** débouche sur le côté droit de la cavité palléale ; il se renfle en une **glande à albumine** dans sa partie terminale.

C. - **Étude de l'appareil digestif.** Après avoir dégagé l'appareil digestif, on observe (fig. 121) :

— Le **bulbe buccal** avec le bec de perroquet.

— Une paire de **glandes salivaires** et le canal salivaire aboutissant au bulbe buccal.

— L'**œsophage,** qui traverse la capsule cartilagineuse formant le « crâne ».

— L'**estomac,** volumineux.

— L'**intestin** qui présente à son origine, au contact du pylore, un **cæcum spiralé ;** dans sa partie terminale le rectum reçoit le canal de la poche du noir.

— Le **foie,** très volumineux, se divise en deux lobes situés de part et d'autre de l'œsophage ; deux longs canaux déversent dans le cæcum spiralé les produits élaborés par le foie. Ces canaux portent de chaque côté des grappes de petites glandes dont l'ensemble forme le **pancréas.**

Le **bulbe buccal** mérite une étude particulière. En l'incisant, on peut en extraire le **bec de perroquet** (fig. 122) formé de deux mâchoires pointues. Sur le plancher de la cavité buccale se trouve une **radula** (fig. 122 et fig. 123) analogue à celle que nous avons observée chez l'Escargot. Étalée entre lame et lamelle, cette radula, placée sous le microscope, se révèle formée de nombreuses petites dents cornées disposées en 7 rangées parallèles.

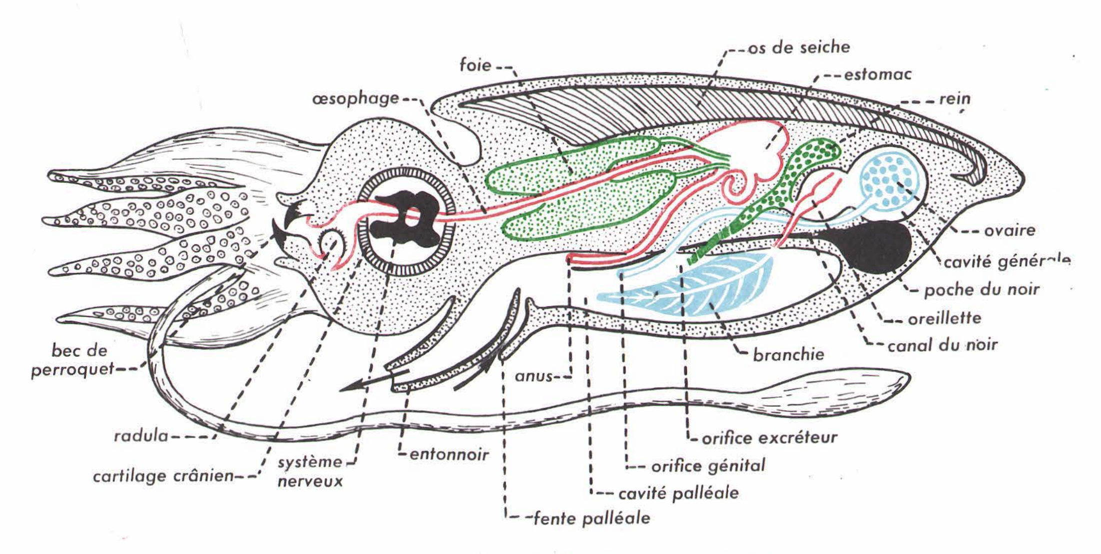


FIG. 123. - *Coupe longitudinale schématique de la Seiche.*

2° BIOLOGIE DE LA SEICHE

Sensibilité La **vision** est assurée par une **paire d'yeux** dont nous avons déjà indiqué la structure. Au voisinage de l'œil existe un **organe sensitif cilié** qui doit, vraisemblablement, jouer un **rôle olfactif.** Le sens de l'**audition** a pour organes récepteurs une paire de **statocystes** situés au voisinage d'une masse nerveuse appelée « cerveau »(1), enfermée dans une capsule cartilagineuse, le « crâne ». Les statocystes sont également des organes d'**équilibration.** Enfin, la **sensibilité générale tactile** est très développée.

Locomotion Les déplacements lents sont assurés par les **ondulations des nageoires latérales.** La Seiche peut, en cas de danger, s'enfuir rapidement en expulsant violemment par l'entonnoir l'eau contenue dans la cavité palléale ; cette eau étant chassée vers l'avant, la Seiche, par réaction, est rejetée en arrière. La poche du noir se contracte en même temps, et l'eau expulsée est colorée en noir, ce qui cache la Seiche à ses ennemis. De plus, dans ce nuage d'« encre », la Seiche prend une couleur sombre (homochromie) qui s'éclaircit au fur et à mesure que le nuage noir se dissipe dans l'eau.

Nutrition La Seiche se nourrit surtout de Crustacés et de Poissons : c'est donc un animal essentiellement **carnassier.** Elle chasse à l'affût, tapie dans les herbiers sous-marins. Lorsqu'une proie passe à sa portée, la Seiche projette vers elle ses tentacules préhensiles et la capture grâce aux grosses ventouses des palettes. La proie est portée à la bouche et déchiquetée à l'aide du bec de perroquet. On a remarqué que les animaux capturés s'immobilisaient dès qu'ils étaient mordus par les mâchoires cornées, ce qui laisse supposer que la salive a les propriétés d'un poison paralysant.

Circulation Le sang qui a traversé les branchies arrive aux oreillettes (fig. 123), passe dans le ventricule d'où il sort par une grosse aorte antérieure qui se ramifie dans tout le corps. Le sang tombe dans des lacunes **(circulation lacunaire)** où il est recueilli par des veines qui le conduisent aux branchies.

(1) Cette masse provient de la fusion de plusieurs ganglions.

Respiration Dans les **branchies,** formées de deux rangées de lamelles lobées (fig. 123), le sang arrive par un vaisseau afférent et en sort par un vaisseau efférent ; à la base de chaque branchie se trouve un **cœur branchial** (fig. 120). Pendant son passage dans les branchies, le sang se débarrasse du gaz carbonique en excès et s'enrichit en oxygène. Le renouvellement de l'eau qui baigne les branchies est assuré par les contractions du manteau ; ces mouvements respiratoires sont assez rapides. L'eau pénètre par la fente palléale et ressort par l'entonnoir. Le sang enrichi en oxygène va dans l'oreillette, puis dans le ventricule d'où il est distribué à tout l'organisme.

Excrétion L'appareil excréteur comprend **deux reins volumineux** (fig. 120). Les produits d'excrétion sont rejetés par deux courts uretères qui débouchent dans la cavité palléale. Les reins sont constitués par des houppes brunâtres, les **corps fongiformes** (rappelant la forme des champignons). Ces corps sont en contact avec des veines dans lesquelles ils puisent les matières de déchets.

Reproduction Il est difficile de distinguer extérieurement le mâle de la femelle. Au moment de la reproduction, les Seiches paraissent de couleur plus vive (parure de noce). Le mâle a une forme un peu plus élancée ; il est aussi pourvu d'une pigmentation blanchâtre formant une ligne continue sur le bord de la nageoire.

La reproduction s'effectue pendant la belle saison : au printemps en Méditerranée, en été dans l'Atlantique. Il y a accouplement, et au cours de celui-ci le mâle fait pénétrer son **bras hectocotyle** (voir étude des tentacules) dans sa cavité palléale, en retire des spermatophores qu'il transporte dans une petite cavité de la femelle. Cette poche, ou **bourse copulatrice**, est située sous la lèvre circulaire qui entoure la bouche. Pendant l'accouplement, la femelle rejette ses œufs ; ceux-ci sont fécondés par les spermatozoïdes que libèrent les spermatophores au contact de l'eau de mer. Chaque spermatophore (fig. 119) possède un réservoir spermatique et un appareil éjaculateur permettant l'expulsion des spermatozoïdes.

Les œufs fécondés, entourés par une sécrétion des glandes nidamentaires, forment des pontes accrochées aux plantes aquatiques et ressemblant à des grappes de raisins noirs, d'où leur nom de « raisins de mer ». Le développement de l'embryon se fait entièrement à l'intérieur de la coque cornée, la provision vitelline étant suffisante. A l'éclosion, il sort de la coque une petite Seiche dont la forme est semblable à celle de l'adulte. Le développement se fait sans métamorphoses.

3° PLACE DE LA SEICHE DANS LE RÈGNE ANIMAL

Le corps de la Seiche est mou et non segmenté. Il comprend une masse viscérale entourée d'un manteau, une tête et un pied. Comme la Moule et l'Escargot, la Seiche appartient à **l'embranchement des MOLLUSQUES.**

La Seiche possède des bras, ou tentacules, pourvus de ventouses ; l'ensemble de ces bras représente le pied des Mollusques, pied qui se trouve ainsi autour de la tête : le Seiche est un MOLLUSQUE de la **classe des CÉPHALOPODES.** La tête est munie de gros yeux et renferme une masse nerveuse importante protégée par une capsule cartilagineuse.

La cavité palléale renfermant une paire de branchies, la Seiche appartient à l'**ordre des CÉPHALOPODES DIBRANCHIAUX,** et comme elle possède 10 tentacules, au sous-ordre des **DÉCAPODES.**

Le Calmar appartient également aux Céphalopodes dibranchiaux décapodes. Il existe des Céphalopodes dibranchiaux octopodes (à 8 tentacules) comme les Poulpes dont nous allons décrire sommairement une espèce : l'Élédone musquée.

L'ÉLÉDONE MUSQUÉE

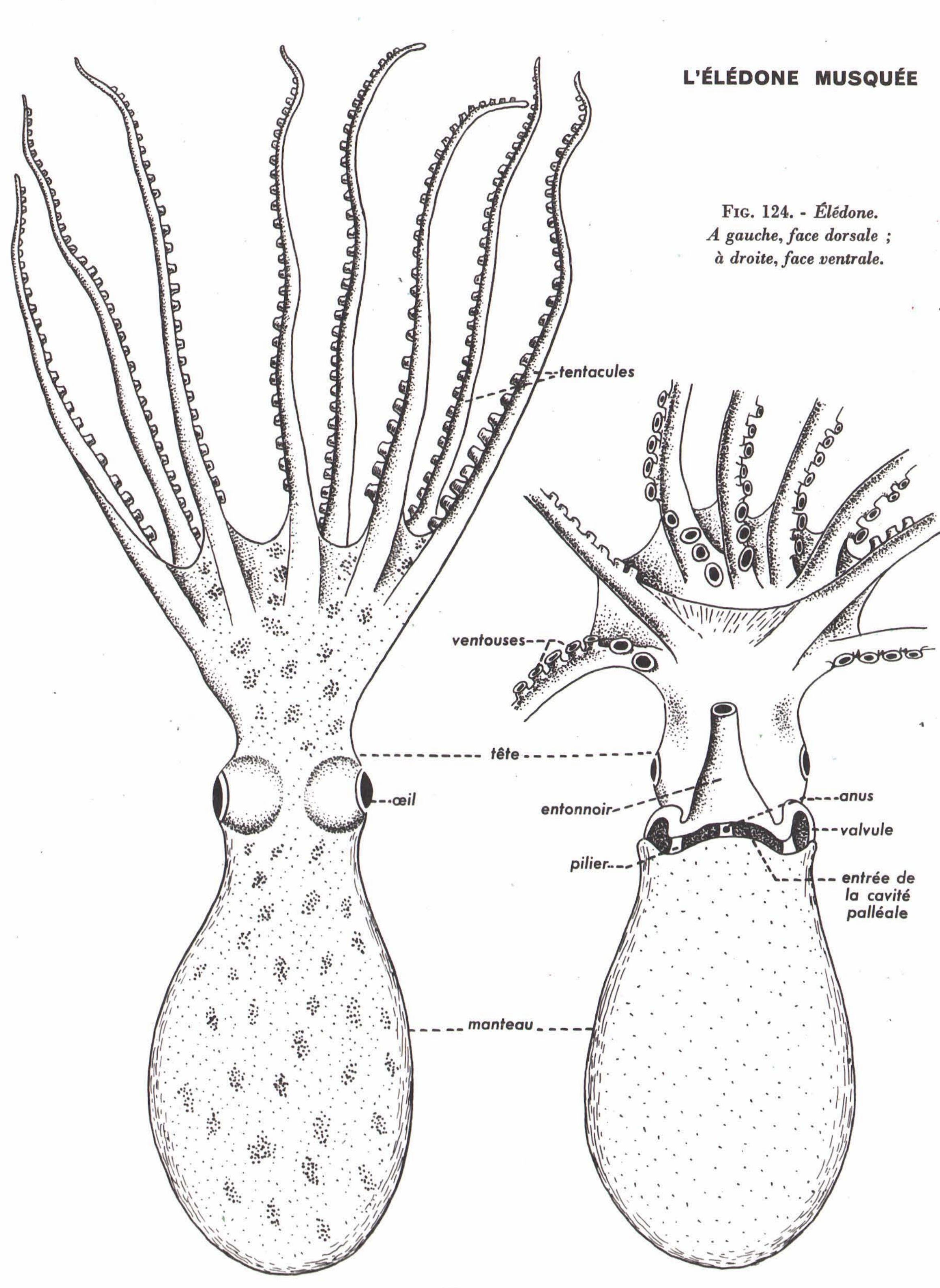


FIG. 124. - *Élédone. A gauche, face dorsale ; à droite, face ventrale.*

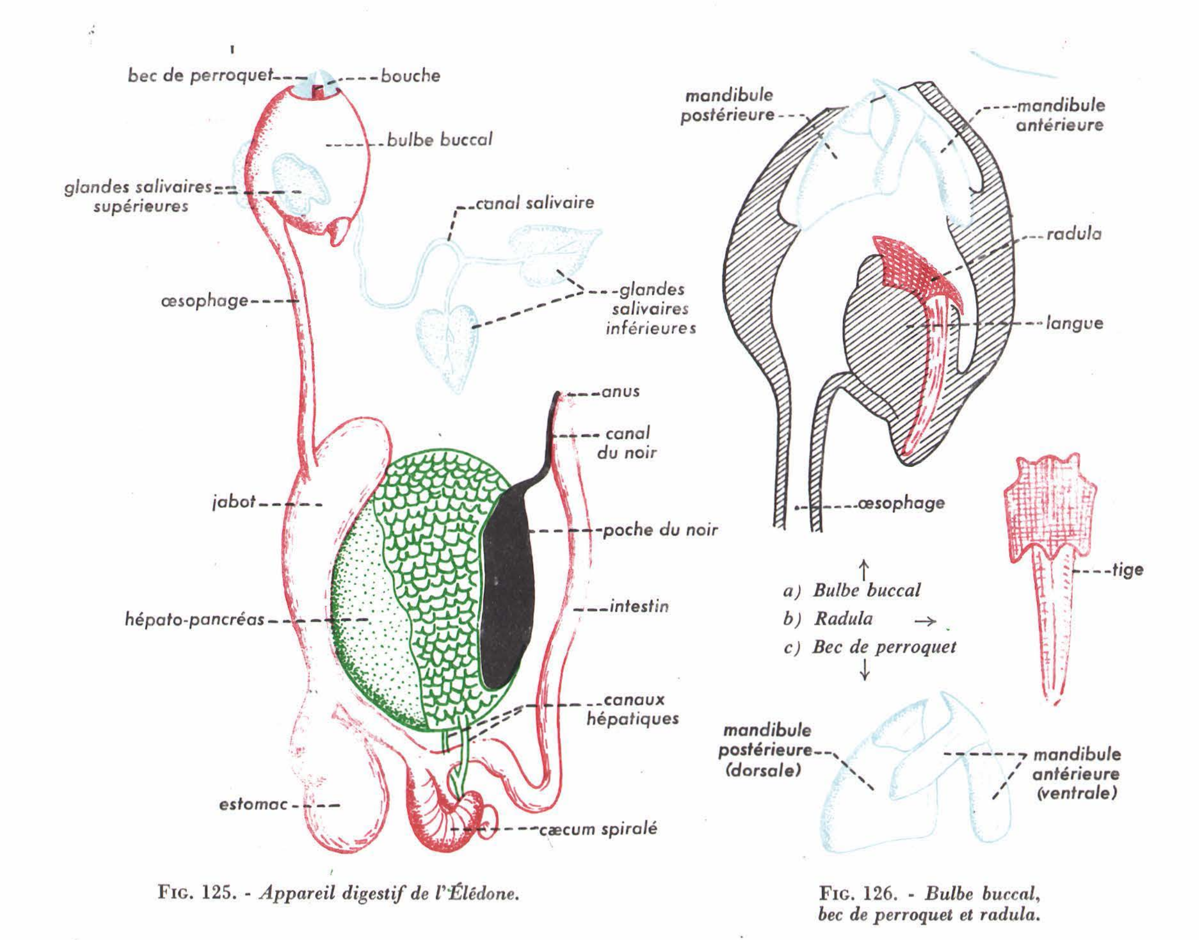


FIG. 125. - *Appareil digestif de l'Élédone.*

FIG. 126. - *Bulbe buccal, bec de perroquet et radula.*

L'Élédone musquée est un petit poulpe très commun près des côtes méditerranéennes ; elle vit en colonies dans les herbiers d'algues. Les 8 tentacules, très allongés, sont munis de ventouses adhésives (une seule rangée par tentacule) qui fonctionnent comme celles de la Seiche. Vers la tête, les bras sont réunis par une fine membrane palmaire qui donne à la base de cette couronne l'aspect d'un cône. La tête renferme une capsule cartilagineuse abritant le « cerveau ». Les yeux ont la même structure que ceux de la Seiche. Le corps, relié à la tête par un cou, a l'aspect d'une bourse.

L'eau pénètre dans la cavité palléale par deux valvules situées de part et d'autre de l'entonnoir, et en ressort par ce dernier. La bouche possède également un bec de perroquet. L'examen microscopique de la peau révèle la présence de nombreux chromatophores. La cavité palléale abrite deux branchies.

La dissection permet de retrouver la plupart des organes de la Seiche, mais avec une disposition générale plus simplifiée (voir fig. 124 à 138).

Habituellement, l'Élédone se tient tapie sous les roches, guettant ses proies. Elle peut se déplacer, soit en rampant sur ses tentacules qui s'accrochent au support par leurs ventouses, soit en nageant, soit encore, pour fuir un danger, par « réaction » en expulsant par l'entonnoir l'eau de la cavité palléale. L'Élédone se nourrit de Mollusques, de Crustacés, de Poissons. Les sexes sont séparés ; au cours de l'accouplement l'un des tentacules appelé bras copulateur, porte les spermatophores dans la cavité palléale de la femelle. L'œuf donne directement naissance à une petite Élédone.

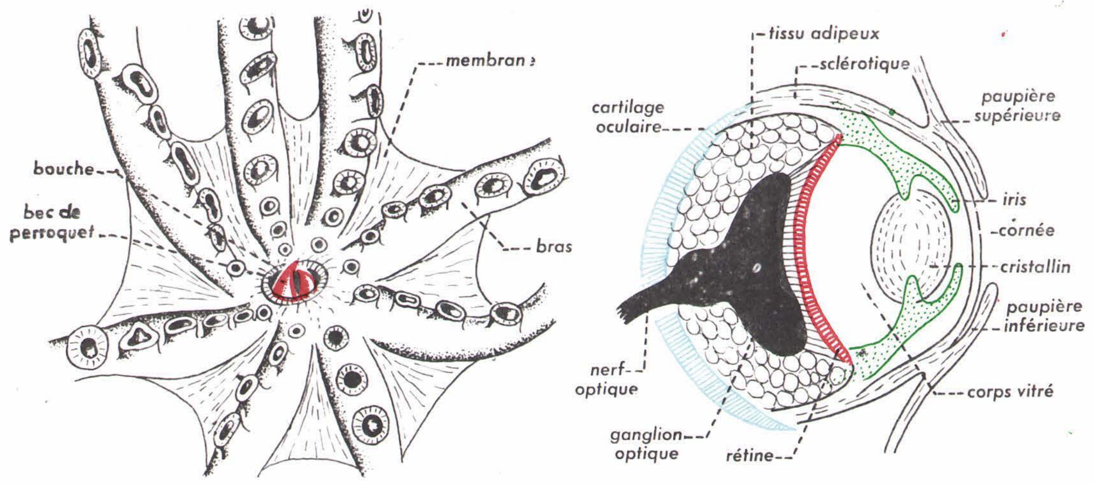


Fig. 127. - *La bouche s'ouvre au milieu de la couronne de bras.*

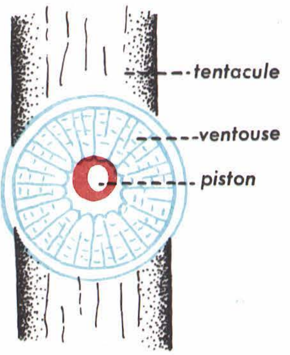
Fig. 128. - *Structure de l'œil de l'Élédone.*

entonnoir
valvule
anus
pilier
canal du noir
ganglion étoilé
poche du noir
manteau
hépato-pancréas
oviducte
vaisseau efférent
rein
branchie
uretère
vaisseau afférent
cœur veineux
rein
ovaire

Fig. 129. - *Les organes de la cavité palléale (Élédone femelle).*

commissure
ganglions des bras
cartilage céphalique
cartilage oculaire
nerfs brachiaux
ganglion optique
nerf palléal
masse ganglionnaire
ganglion étoilé
nerf viscéral
ganglion viscéral

FIG. 130. - *Système nerveux de l'Élédone.*



I. - Ventouse vue en plan

ventouse
piston
coupe transversale du tentacule

2. - Coupe de ventouse au repos

3. - Coupe de ventouse en fonctionnement

FIG. 131. - *Fonctionnement d'une ventouse d'Élédone.*

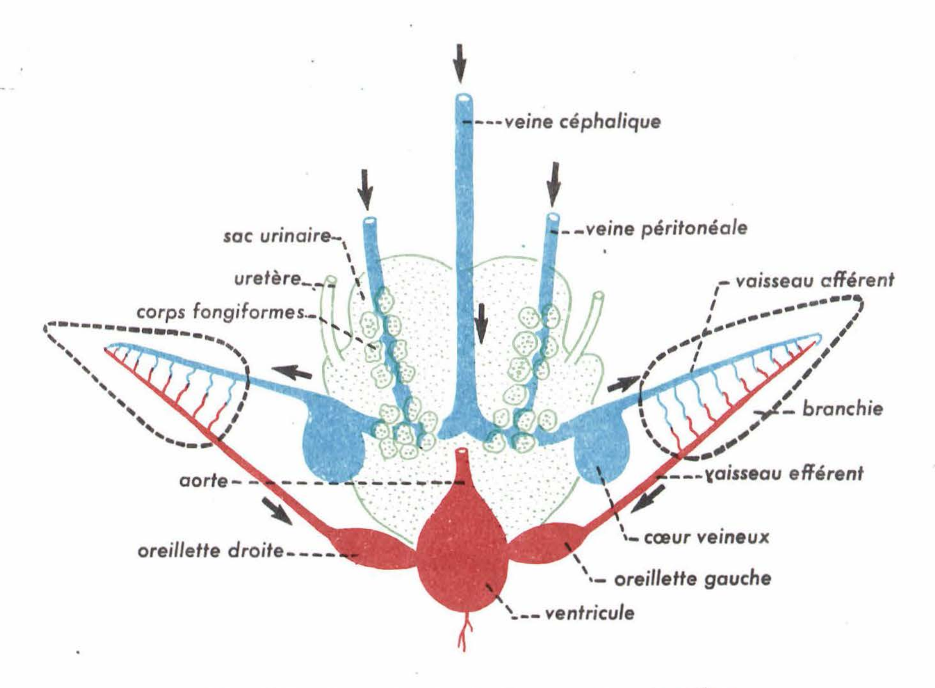


FIG. 132. - *Appareils circulatoire et excréteur de l'Élédone.*

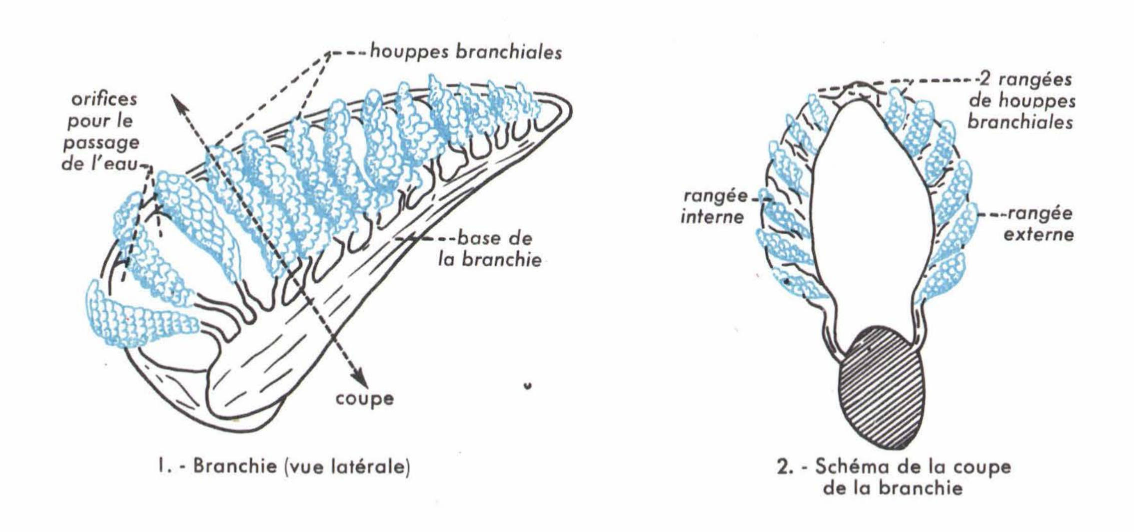
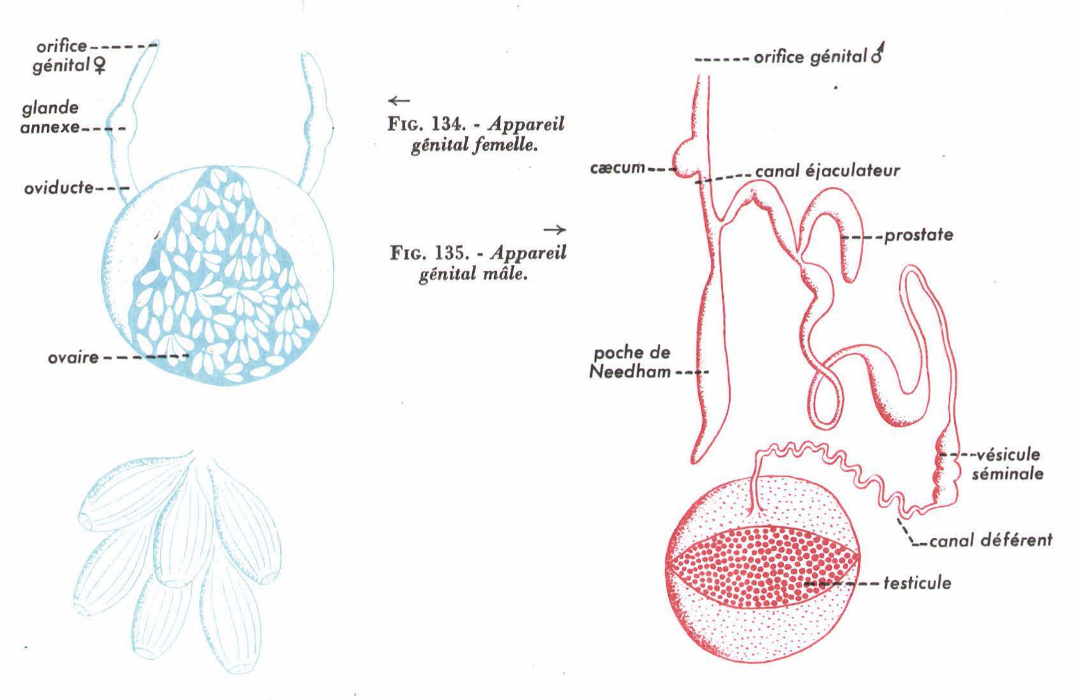


FIG. 133. - *Structure d'une branchie d'Élédone.*



← Fig. 134. - *Appareil génital femelle.*

→ Fig. 135. - *Appareil génital mâle.*

Fig. 136. - *Œufs d'Élédone.*

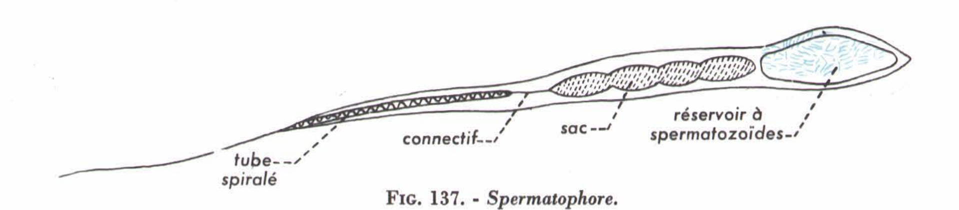


Fig. 137. - *Spermatophore.*

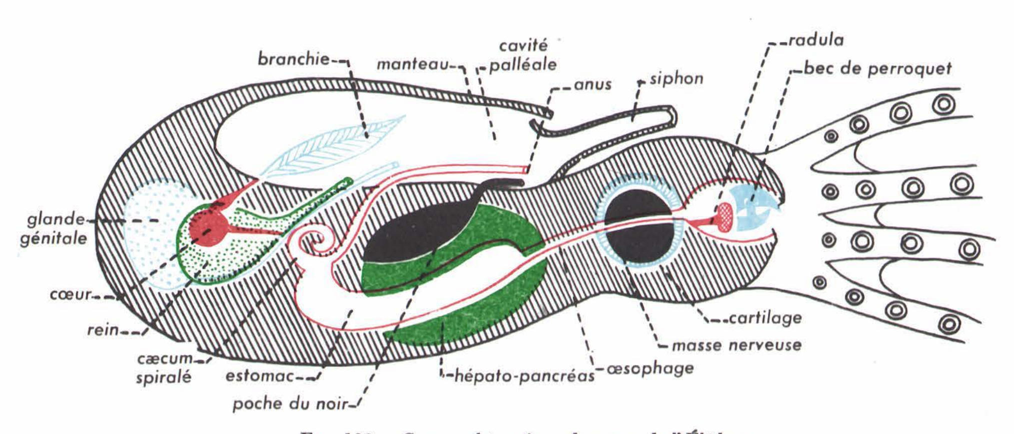


Fig. 138. - *Coupe schématique du corps de l'Élédone.*



antennule
rostre
antenne
œil pédonculé
pince
céphalothorax
pattes locomotrices
abdomen
telson

FIG. 139. - *Écrevisse, face dorsale.*

L'ÉCREVISSE

L'Écrevisse est très commune dans les cours d'eau des régions calcaires, beaucoup plus rare dans ceux des pays siliceux. Elle vit au fond de l'eau sous les cailloux. Pour faire sortir les Écrevisses de leurs abris, il suffit de placer un morceau de viande à proximité ; attirées par l'odeur, elles sortent et se déplacent par des mouvements très lents mais, à la moindre alerte, s'enfuient à reculons en frappant l'eau d'un vif mouvement de l'abdomen.

On peut les conserver vivantes dans des aquariums ou des bassins renfermant une eau souvent renouvelée et bien aérée.

1° DESCRIPTION ET STRUCTURE

Pour tuer les Écrevisses il suffit de les retirer de l'eau ; au bout de quelques heures elles meurent par asphyxie. On peut les tuer plus rapidement en les enfermant dans un bocal contenant un tampon de coton imbibé de chloroforme.

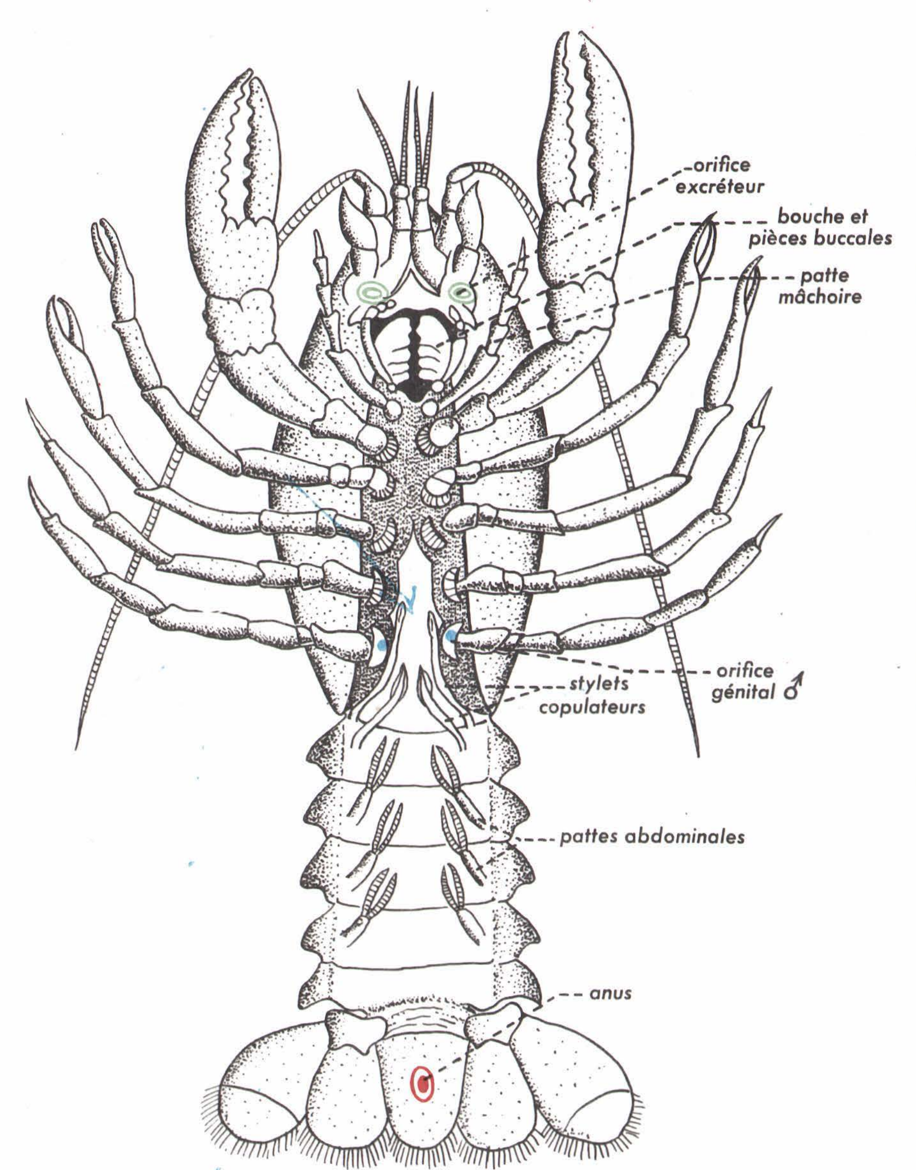


FIG. 140. - *Écrevisse mâle, face ventrale.*

Anatomie externe (fig. 139 et 140)

a) **La carapace.** Le corps de l'animal est protégé extérieurement par une **carapace rigide, chitineuse** et **calcaire,** colorée en vert foncé ; cette coloration résulte de la combinaison d'un pigment rouge, le carotène, avec un protide (substance organique azotée). Cette combinaison est dissociée par la chaleur : le carotène est libéré, ce qui explique le rougissement de la carapace de l'Écrevisse trempée dans l'eau bouillante.

En observant la carapace, on voit d'avant en arrière :

— Une partie volumineuse d'une seule pièce, non segmentée, le **céphalothorax** qui se termine en avant par un rostre. Le céphalothorax porte **deux yeux pédonculés.**

— Une partie plus étroite et segmentée, l'**abdomen** formé de 6 anneaux. Les anneaux, articulés entre eux, constituent un ensemble bien flexible qui peut se rabattre sous le céphalothorax. Le squelette externe d'un anneau abdominal est formé par plusieurs pièces : un arc dorsal très dur, un arc ventral plus aplati et nettement moins dur, deux pièces latérales reliant les deux arcs.

— Un segment terminal, le **telson,** sur la face ventrale duquel s'ouvre l'anus.

Une étude détaillée du céphalothorax montrerait qu'il est constitué par la soudure de 6 segments céphaliques et de 8 segments thoraciques. En tenant compte des 6 segments abdominaux et du telson, le corps de l'Écrevisse paraît donc formé de **21 segments** dont 14 sont soudés et les 7 autres articulés entre eux.

b) **Les appendices** (fig. 141 et 142). De chaque côté du corps partent des appendices articulés parmi lesquels on peut distinguer des **appendices céphaliques,** des **appendices**

thoraciques, des **appendices abdominaux.** Ils ne sont pas tous visibles lorsqu'on observe l'animal par la face dorsale. On ne voit alors, d'avant en arrière, que les appendices suivants :

— Une paire d'antennules.

— Une paire d'antennes.

— 5 paires de pattes locomotrices dont la première est terminée par des pinces énormes qui servent à la capture des proies.

— Enfin, le 6ᵉ anneau de l'abdomen porte deux paires d'appendices aplatis en palettes natatoires.

Pour étudier les appendices on les détache avec une grosse pince en commençant par la partie antérieure du corps. On les dispose ensuite par paires en les épinglant dans le fond de la cuvette on peut également les coller sur un carton.

Sur le céphalothorax on trouve :

— **Appendices I : une paire d'antennules** (fig. 142 A) présentant deux fouets articulés. La pièce basilaire renferme un statocyste, organe d'équilibration qui communique avec l'extérieur par une petite fente.

— **Appendices II : une paire d'antennes** (fig. 142 B) pourvues chacune d'un fouet très long formé de nombreux petits articles. La pièce basilaire présente un orifice excréteur appartenant à une glande excrétrice appelée glande verte.

Les autres appendices céphaliques, plus petits et plus difficiles à voir, se trouvent au voisinage de la bouche et constituent les **pièces buccales** (fig. 141). Ces pièces, au nombre de six paires, sont superposées de chaque côté de la bouche. On distingue d'abord des appendices ressemblant à de petites pattes : ce sont les **pattes-mâchoires** que l'on détache délicatement à la pince ; elles sont au nombre de **trois paires.** Ensuite viennent trois paires de pièces plus petites, situées au-dessous et légèrement en avant des premières : ce sont les **mâchoires** et les **mandibules.** Épinglées en ordre dans le fond de la cuvette on pourra alors observer :

— **Appendices III : une paire de mandibules** (fig. 141 A), pièces solides et dentées.

— **Appendices IV : une paire de premières mâchoires** (fig. 141 B), de forme aplatie, dont les pièces dessinent un X, et dont les lames masticatrices sont assez fragiles.

Fig. 141. - *Les pièces buccales de l'Écrevisse.*

— **Appendices V : une paire de secondes mâchoires** (fig. 141 C), encore peu épaisses, mais plus volumineuses que les précédentes ; elles sont pourvues d'une lame masticatrice et d'un prolongement mince dont les mouvements assurent la circulation de l'eau à la surface des branchies.

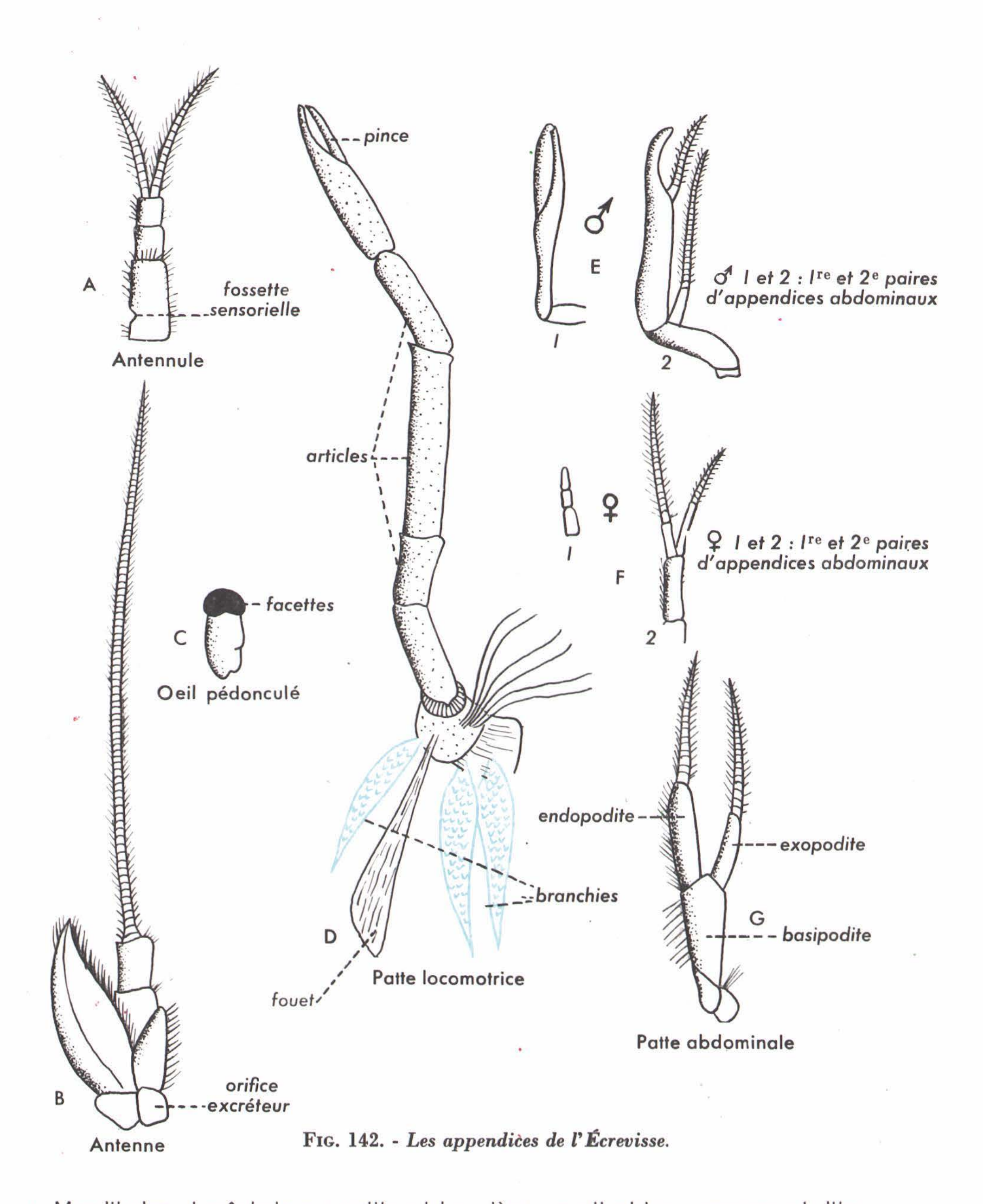


Fig. 142. - *Les appendices de l'Écrevisse.*

Mandibules et mâchoires constituent les pièces masticatrices proprement dites.

Appendices VI : première paire de pattes-mâchoires ou maxillipèdes (fig. 141 D), pièces de forme complexe avec une lame masticatrice, un fouet court et une lame aplatie fonctionnant comme le prolongement mince des secondes mâchoires.

— **Appendices VII : seconde paire de pattes-mâchoires** (fig. 141 E) plus volumineuses et plus solides que les précédentes, ressemblant déjà à de petites pattes et servant surtout à retenir les proies ; elles sont pourvues de filaments respiratoires fonctionnant comme des branchies.

— **Appendices VIII : troisième paire de pattes-mâchoires** (fig. 141 F) encore plus volumineuses et plus solides que les précédentes, ressemblant davantage à de petites pattes articulées ; elles sont pourvues d'un fouet et d'une branchie.

Parmi ces pièces buccales, seules les mandibules, les mâchoires et la première paire de pattes-mâchoires, jouent un rôle dans la mastication ; les deux dernières servent surtout à maintenir les proies et participent à la respiration par leur expansion branchiale.

Les paires d'appendices IX, X, XI, XII, XIII (fig. 139 - 140 - 142 D) sont constituées par les **pattes locomotrices.** La première paire se termine par une pince volumineuse présentant un doigt fixe et un doigt mobile ; la seconde et la troisième possèdent des pinces beaucoup plus réduites. Sur la base de ces quatre premières paires de pattes locomotrices s'insèrent des branchies (fig. 142 D). Chez la femelle, les orifices génitaux se trouvent sur le segment basilaire de la troisième paire de pattes locomotrices, tandis que chez le mâle ils s'ouvrent à la base de la cinquième paire de pattes locomotrices.

Parmi tous ces appendices céphalothoraciques, on admet que les appendices I, II, III, IV, V sont des appendices céphaliques, et tous les autres des appendices thoraciques.

Les **appendices abdominaux** sont encore appelés pléopodes. Ils sont au nombre de **six paires :** appendices XIV à XIX (fig. 142 E, F, G).

Chez le mâle, les deux premières paires forment l'organe copulateur : ces appendices recourbés et creusés en gouttière s'accolent au moment de l'accouplement, et forment un canal servant à l'écoulement du sperme. Chez la femelle, la première paire de pléopodes est atrophiée. Les autres pléopodes sont identiques dans les deux sexes : courts, biramés, ils portent des fouets. Chez la femelle ils servent à retenir les œufs.

Les appendices du 6e anneau sont élargis en palettes natatoires. Le **telson,** lui, ne porte aucun appendice. Aplati, il contribue à former une puissante nageoire caudale dont les éléments essentiels sont les appendices du 6e anneau.

Lorsqu'on examine la forme générale de tous ces appendices, on remarque qu'il est possible de retrouver un même plan fondamental plus ou moins modifié. Chaque appendice comprend trois parties distinctes :

— **La base,** ou **basipodite,** fixée sur le corps de l'animal.
— Partant de cette base, deux rames : une **rame externe (exopodite)** et une **rame interne (endopodite).**

Les appendices de l'Écrevisse sont donc des **appendices biramés.** Suivant la fonction de l'appendice, l'une des rames peut prendre un développement plus ou moins grand. Dans le cas des pattes locomotrices la rame externe a disparu, et l'appendice, de biramé qu'il était, devient uniramé ; la rame interne, considérablement développée, comprend plusieurs articles (fig. 142 D).

Anatomie interne a) **Étude des organes en place.** Pour observer les organes de l'Écrevisse, on découpe aux ciseaux la partie dorsale de la carapace chitineuse du céphalothorax et de l'abdomen. On voit (fig. 143) :

— En avant, l'**estomac,** volumineux.
— En arrière de lui, sur la ligne médiane du corps, le **cœur** avec deux ostioles.
— De chaque côté du cœur, un organe formant des grappes jaunâtres : le **foie.**
— En arrière du foie, les **organes génitaux.**
— Sur la ligne médiane de l'abdomen, l'**intestin** que l'on dégagera en écartant les muscles blanchâtres qui remplissent la cavité abdominale.

b) **Dissection de l'appareil digestif.** Le cœur est enlevé pour bien dégager le tube digestif en arrière de l'estomac. On observe alors (fig. 144), d'avant en arrière, l'**estomac, la chambre pylorique, l'intestin** qui présente un **cæcum** à son origine, les **canaux hépatiques** qui, venant du foie, débouchent dans le cæcum. Puis on détache l'estomac qui est placé dans un verre de montre contenant de l'eau ; on l'incise longitudinalement, puis on l'étale pour observer les pièces masticatrices, ou **moulinet gastrique,** formant l'armature interne de l'estomac. Notons aussi, dans

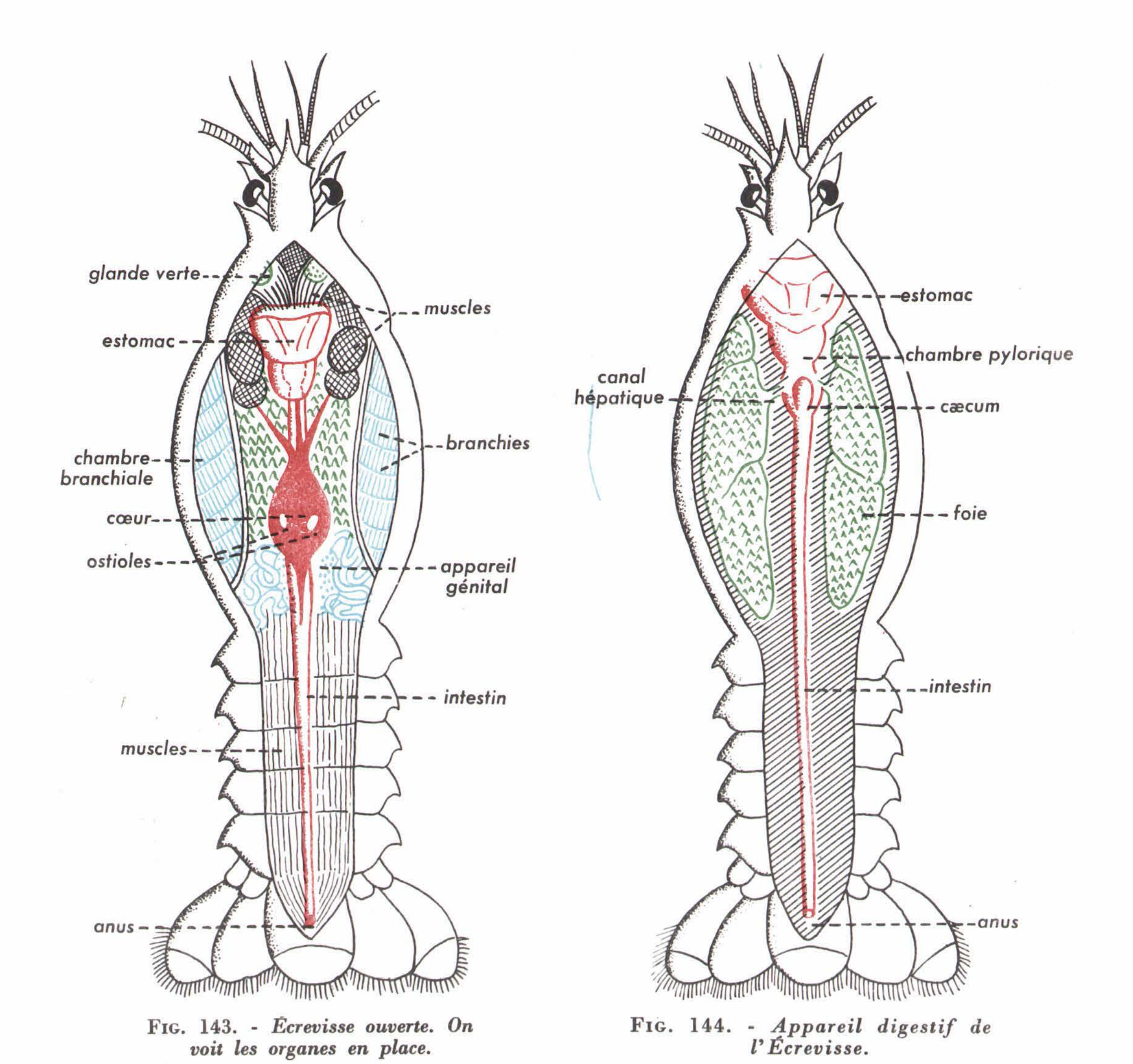


FIG. 143. - *Écrevisse ouverte. On voit les organes en place.*

FIG. 144. - *Appareil digestif de l'Écrevisse.*

la paroi gastrique, deux masses calcaires hémisphériques, les **gastrolithes** (1), qui constituent une réserve de calcaire utilisée par l'Écrevisse pour reconstituer sa carapace après une mue.

c) **Étude d'une chambre branchiale.** Découper, avec de gros ciseaux, l'une des deux lames latérales du céphalothorax pour découvrir la chambre branchiale ; l'Écrevisse étant fixée sur le côté, on la recouvre d'eau et on observe alors les branchies, au nombre de 18, disposées en quatre rangées :

— **Première rangée :** 6 branchies insérées sur la base des appendices depuis la deuxième patte-mâchoire jusqu'à la quatrième patte locomotrice. Certaines de ces branchies sont donc attachées sur des pièces buccales, d'autres sur les appendices locomoteurs.

— **Deuxième rangée :** 6 branchies insérées sur l'articulation membraneuse qui relie les appendices au céphalothorax.

— **Troisième rangée :** 5 branchies ayant le même mode d'insertion que les précédentes, mais situées sous elles.

(1) Vulgairement « yeux d'Écrevisse ».

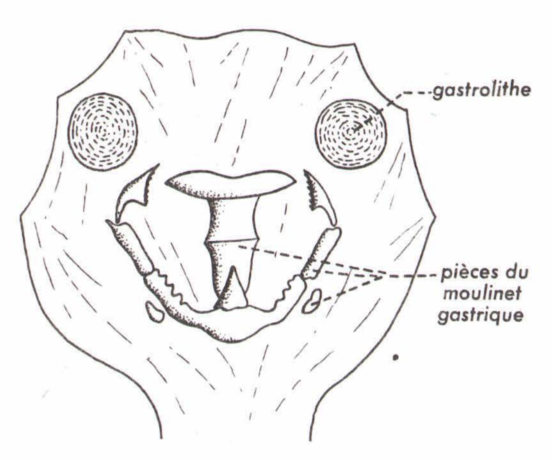


FIG. 145.
Estomac ouvert montrant le moulinet gastrique.

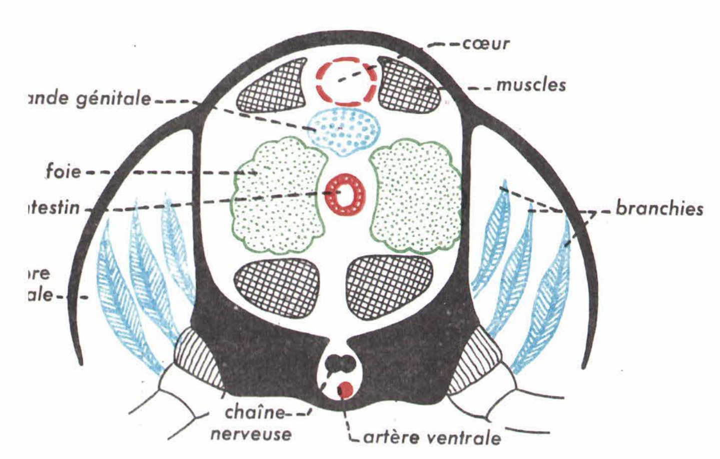


FIG. 146. - *Coupe transversale schématique au niveau du céphalothorax.*

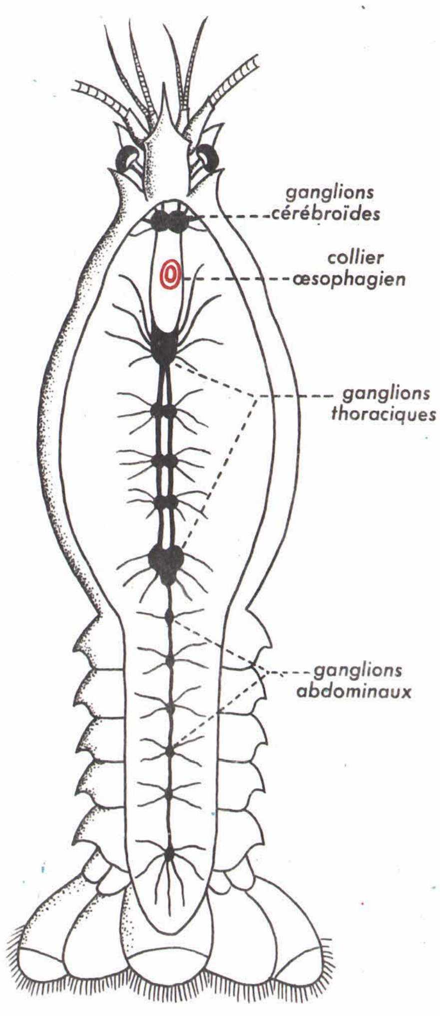


FIG. 147. - *Système nerveux de l'Écrevisse.*

— **Quatrième rangée :** une branchie située dans la partie postérieure de la chambre branchiale et fixée au niveau de la quatrième patte locomotrice.

d) **Dissection du système nerveux.** Pour observer le système nerveux de l'Écrevisse, il faut enlever tous les organes : tube digestif, appareil génital, muscles. Ce système comprend :

— **Une chaîne ventrale** formée, dans le céphalothorax d'**une paire de ganglions sous-œsophagiens** et de **quatre paires de ganglions thoraciques,** dans l'abdomen de **six paires de ganglions abdominaux.**

— **Une paire de ganglions cérébroïdes** d'où partent les nerfs oculaires, antennaires et antennulaires ; un collier œsophagien les relie à la chaîne ventrale.

2° BIOLOGIE DE L'ÉCREVISSE

Sensibilité La sensibilité générale tactile, le goût et l'odorat, s'exercent par de nombreux poils sensoriels répartis sur toute la surface du corps, mais particulièrement nombreux sur les antennules, les antennes et les pièces buccales.

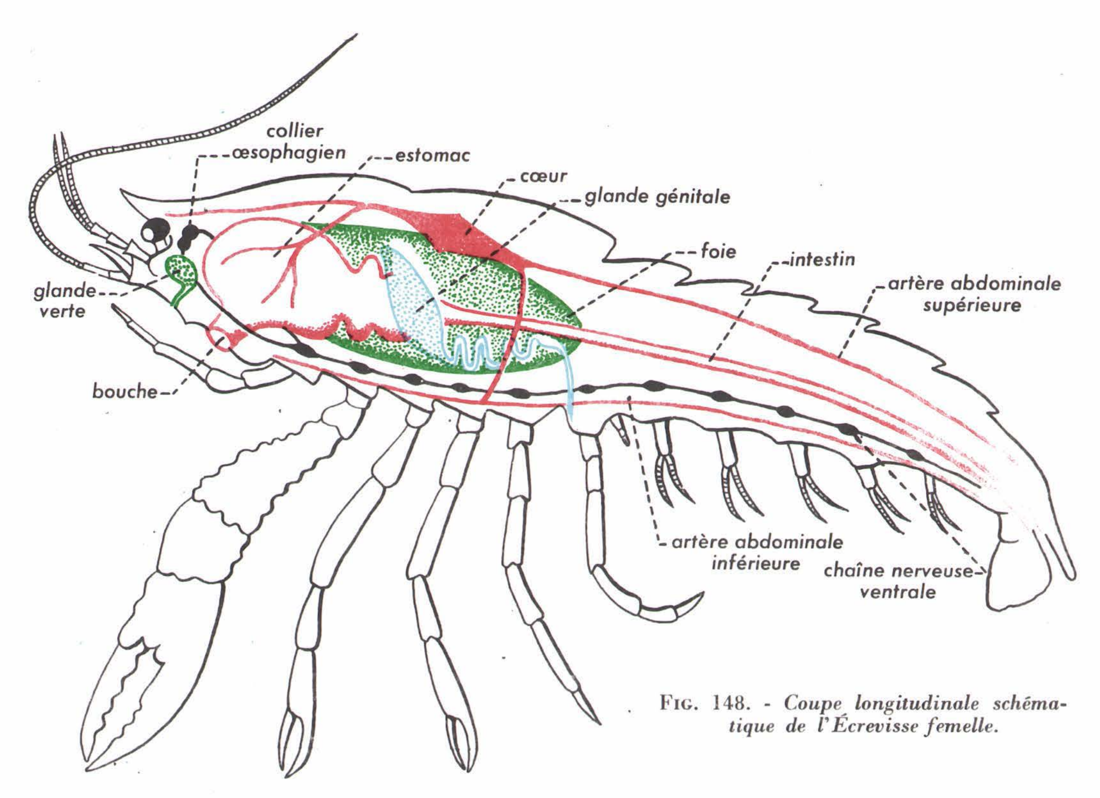


FIG. 148. - *Coupe longitudinale schématique de l'Écrevisse femelle.*

La vision s'effectue grâce à deux yeux composés pédonculés (fig. 142 C). Chaque œil est constitué par plusieurs centaines d'yeux simples dont les facettes sont visibles à la loupe. L'audition et l'équilibration sont assurées par les statocystes situés à la base des antennules.

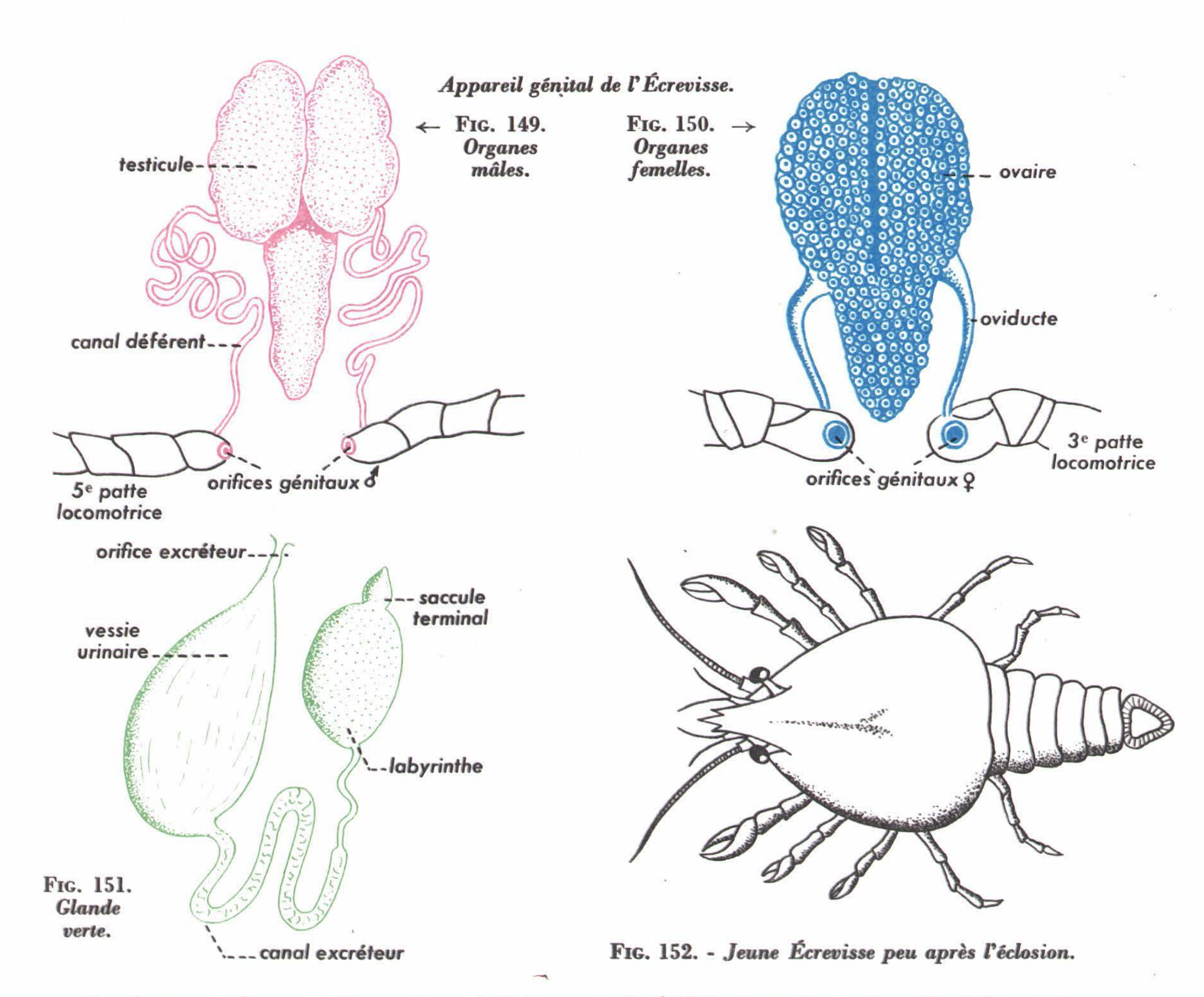
Tous ces organes des sens sont reliés à la chaîne nerveuse par des nerfs sensitifs qui aboutissent aux ganglions.

Locomotion L'Écrevisse se déplace lentement en se servant surtout de ses quatre dernières paires de pattes locomotrices, la première ne lui servant qu'à saisir sa nourriture. Menacée, l'Écrevisse rabat brusquement sa nageoire caudale sous l'abdomen, ce qui détermine un rapide mouvement de recul.

Nutrition a) **Régime alimentaire et capture des proies.** L'Écrevisse se nourrit de petits animaux vivants (Mollusques, Vers, Batraciens, Poissons) qu'elle capture avec ses pinces qui servent également à les porter à la bouche. Là, ils sont maintenus et déchirés en petits fragments par les pièces buccales ; la mastication est achevée dans l'estomac par l'action du moulinet gastrique. L'Écrevisse peut, à défaut d'animaux vivants, se nourrir d'animaux morts et de débris végétaux. Le régime est donc **omnivore,** mais **à prédominance carnée.**

b) **La digestion.** La seule glande importante est le foie qui fonctionne comme un hépatopancréas.

Circulation Le sang part du cœur, en avant par l'artère ophtalmique qui bifurque au niveau des yeux, en arrière par l'artère abdominale dorsale qui suit l'intestin sur sa face dorsale, et par l'artère sternale qui s'enfonce vers la face ventrale Il se répand dans le corps et les appendices. A l'extrémité des vaisseaux artériels, il n'y a pas de capillaires : le sang se déverse dans des lacunes **(circulation lacunaire) ;** des vaisseaux afférents conduisent le sang aux branchies d'où il ressort, enrichi en oxygène, par des vaisseaux efférents. Il revient ensuite dans le péricarde et pénètre dans le cœur par des ostioles qui sont au nombre de 6 : deux dorsaux bien visibles, deux latéraux et deux ventraux.



Appareil génital de l'Écrevisse.

← FIG. 149. *Organes mâles.*

FIG. 150. → *Organes femelles.*

FIG. 151. *Glande verte.*

FIG. 152. - *Jeune Écrevisse peu après l'éclosion.*

Le plasma renferme un pigment respiratoire peu coloré, l'**hémocyanine**, qui contient du cuivre et qui bleuit au contact de l'air. Le sang possède des globules blancs à mouvements amiboïdes.

Respiration La respiration est **branchiale.** Les branchies ont déjà fait l'objet d'une étude détaillée. Dans les chambres branchiales, l'eau circule d'arrière en avant par l'action des fouets.

Excrétion L'appareil excréteur est constitué par une paire de glandes vertes logées à la base des antennes ; l'orifice excréteur de chacune d'elles est situé sur le segment basilaire de l'antenne. Déroulée, une glande a l'aspect d'un tube sinueux présentant plusieurs dilatations.

Reproduction Les sexes sont séparés. Chez le mâle, le testicule est trilobé ; il en part deux canaux déférents, sinueux et blanchâtres, qui aboutissent aux orifices génitaux situés sur l'article basilaire de la 5e paire de pattes locomotrices. Chez la femelle, l'ovaire est une glande brunâtre et granuleuse. Les oviductes aboutissent aux orifices génitaux femelles situés à la base de la 3e paire de pattes locomotrices.

La reproduction a lieu en hiver. Le mâle immobilise la femelle avec ses pinces. Le sperme prend une consistance solide et adhère au thorax de la femelle. La ponte n'est pas immédiate et la fécondation ne se produit parfois que plusieurs semaines après l'accouplement. Au moment de la ponte, la femelle se couche sur le dos replie son abdomen vers l'avant ; les œufs pondus et fécondés sont au nombre de 100 à 200. Ils adhèrent aux pattes abdominales. La durée de l'incubation peut être de six mois, et c'est en mai qu'éclosent de minuscules Écrevisses qui peuvent quitter momentanément le corps de la mère, mais viennent rapidement s'y réfugier en cas de danger. Pendant cette période, la mère les protège et les nourrit.

Croissance et mues En raison de la présence d'une carapace chitineuse, la croissance n'est pas régulière mais s'accomplit par à-coups périodiques. L'Écrevisse se débarrasse à chaque fois de sa carapace : ce sont les **mues**, observées pour la première fois par RÉAUMUR au XVIIIe siècle. L'Écrevisse se place sur le dos, frotte ses appendices les uns contre les autres, détend brusquement son abdomen. La partie superficielle de la carapace se soulève et cède au niveau de l'articulation située entre le céphalothorax et l'abdomen. A cet endroit le corps fait saillie et sort peu à peu ; finalement, il n'est plus attaché à son ancienne carapace que par la région buccale. Les appendices sont alors libérés successivement, puis, par de brusques mouvements, l'Écrevisse se libère entièrement. Elle possède alors une peau molle et se cache en attendant le durcissement de sa nouvelle carapace.

La formation de cette dernière exige une **grande quantité de calcaire.** L'animal en avait mis en réserve dans son estomac sous forme de petits amas sphériques, les gastrolithes. Au moment de la mue, le calcaire en réserve passe dans le sang et se dépose dans les téguments externes qui formeront une nouvelle carapace plus grande que la précédente. Ce besoin de calcaire explique l'abondance des Écrevisses dans les ruisseaux des régions calcaires.

Au bout d'un an, la jeune Écrevisse a de 5 à 6 centimètres de long. La taille de l'adulte atteint 15 centimètres. Une Écrevisse peut vivre de 15 à 20 ans.

3° PLACE DE L'ÉCREVISSE DANS LE RÈGNE ANIMAL

L'Écrevisse est un MÉTAZOAIRE qui appartient à l'**embranchement des ARTHROPODES ;** c'est l'embranchement le plus important du règne animal par le nombre, car il renferme à peu près les deux tiers des espèces connues. Les caractères les plus apparents des ARTHROPODES sont les suivants :

— Présence d'une carapace de nature chitineuse.
— Division du corps en segments articulés.
— Présence d'**appendices articulés** disposés par paires.
— Croissance discontinue accompagnée de mues.

L'Écrevisse appartient à la **classe des CRUSTACÉS** qui comprend les ARTHROPODES **à deux paires d'antennes.** Souvent, la carapace chitineuse est imprégnée de sels calcaires. Les appendices, en nombre variable suivant les groupes, dérivent d'un type biramé formé d'une pièce basilaire et de deux rames, l'une externe, l'autre interne. La respiration est généralement branchiale, car la plupart des Crustacés sont des animaux aquatiques.

L'Écrevisse appartient à la **sous-classe des CRUSTACÉS supérieurs, ou MALACOSTRACÉS,** possédant 19 **paires d'appendices** (5 paires céphaliques, 8 thoraciques, 6 abdominales). Les autres Crustacés, appelés Crustacés inférieurs ou ENTOMOSTRACÉS, renferment divers groupes de Crustacés pourvus d'un nombre variable d'appendices.

L'Écrevisse fait partie de l'**ordre des Crustacés DÉCAPODES** qui renferme les Crustacés supérieurs pourvus d'un céphalothorax et de **5 paires de pattes** locomotrices dont la première se termine par de fortes pinces. Les Crustacés DÉCAPODES qui, comme l'Écrevisse, possèdent un abdomen bien développé terminé par une nageoire caudale formée par le telson et les appendices du dernier anneau abdominal, constituent le **sous-ordre des MACROURES.**

Il existe en France deux espèces d'Écrevisses :

— L'Écrevisse à « pieds » rouges, qui mesure 12 à 15 centimètres de long ; elle est caractérisée par sa coloration brune, plus claire ventralement, et rouge à l'extrémité des pattes. Elle affectionne les eaux stagnantes ou peu courantes.
— L'Écrevisse à « pieds » blancs, qui mesure 10 centimètres de long, est caractérisée par une couleur verte qui passe au blanc sur la face inférieure des pattes locomotrices. Elle affectionne les eaux courantes et froides des montagnes.

Les Écrevisses ont été décimées par des maladies (pestes des Écrevisses) provoquées par des microorganismes (Bacille, Champignon, Protozoaire). On a introduit en France, pour repeupler les cours d'eau, une espèce américaine possédant un plus petit nombre de branchies. Moins exigeante, cette espèce a envahi, en particulier, la Seine, la Marne et le Cher.

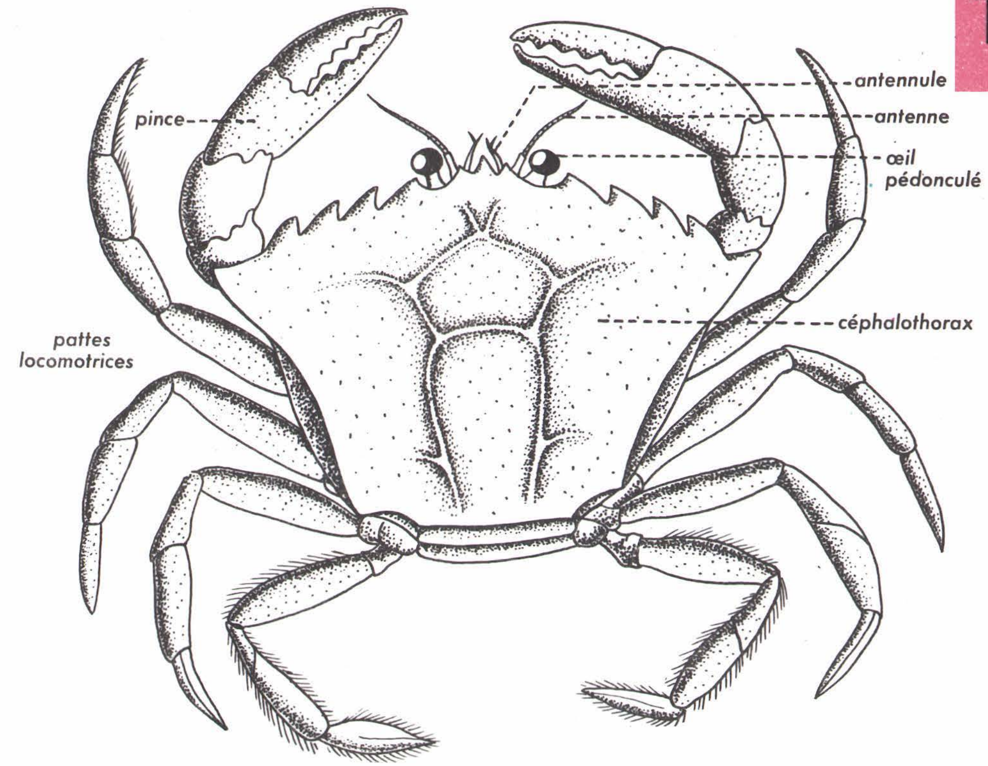


FIG. 153. - *Crabe, face dorsale.*

LE CRABE COMMUN

Le Crabe commun vit à proximité des rivages, sous les rochers ou sous les algues. On peut le garder assez longtemps dans des aquariums dont le fond est garni de cailloux et d'algues recouverts de quelques centimètres d'eau de mer.

1° DESCRIPTION ET STRUCTURE

Anatomie externe Comme chez l'Écrevisse, le corps est protégé par une **carapace** rigide et solide, de nature **chitineuse** et **calcaire.** Le Crabe est donc aussi un **Crustacé.**

a) **Observation de la face dorsale.** Observé sur cette face, le corps de l'animal ne présente qu'un **céphalothorax** formant une sorte de bouclier pentagonal dont le bord est fortement denté en avant, et qui présente sur sa surface des sillons délimitant plusieurs régions. Sur le bord antérieur, en partant de la ligne médiane antéro-postérieure, on distingue les appendices suivants :

— **Une paire d'antennules,** pas toujours visibles car elles sont souvent repliées dans une gouttière de la face ventrale.
— **Une paire d'antennes** assez courtes portant à leur base un orifice excréteur.
— **Une paire d'yeux composés** pédonculés et mobiles.
— **Cinq paires de pattes locomotrices ;** la première paire se termine par des pinces développées ; les quatre autres paires, dépourvues de pinces, ont un rôle uniquement locomoteur.

b) **Observation de la face ventrale** (fig. 154). Sur l'animal observé par la face ventrale, on aperçoit, replié sous le céphalothorax, un abdomen atrophié. Comme chez l'Écrevisse, c'est l'étude de la face ventrale qui permet une observation plus complète des appendices.

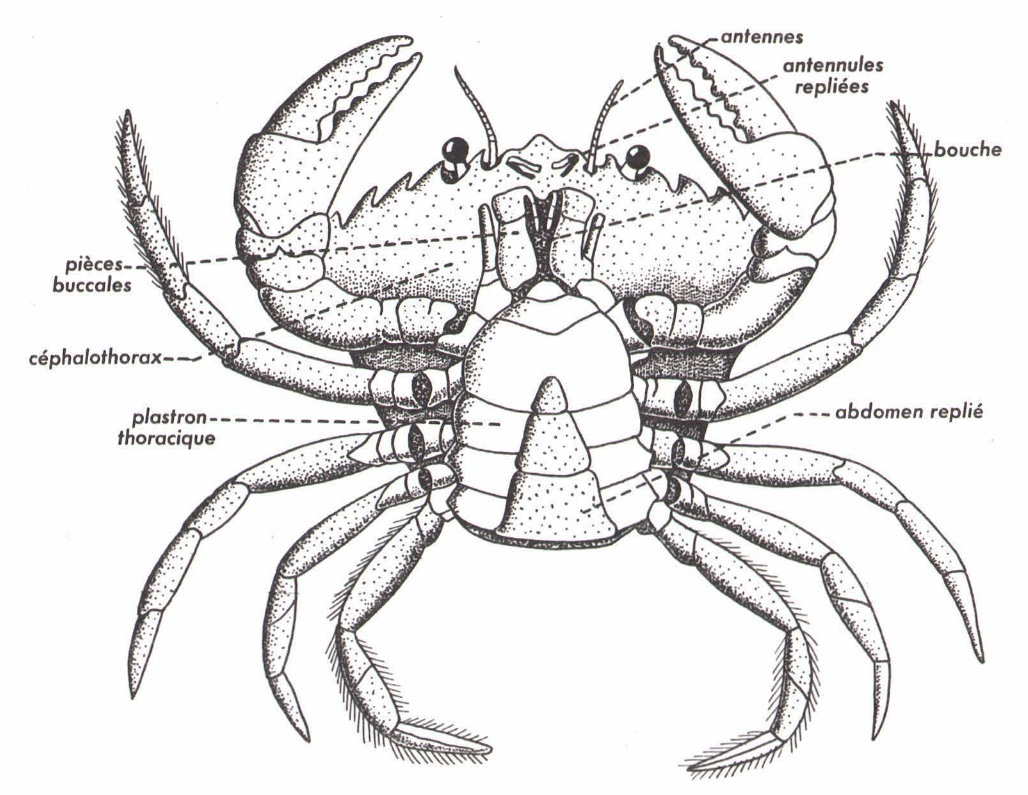


Fig. 154. - *Crabe, face ventrale.*

En avant et sur la ligne médiane, on aperçoit la bouche recouverte par les pièces buccales dont la dernière paire, la plus externe, recouvre toutes les autres.

Au-dessous de la bouche, une partie dure et segmentée, le plastron sternal, est formée par la coalescence de huit segments ; sur les côtés de ce plastron s'insèrent les pattes locomotrices et, en avant, les pattes mâchoires. L'abdomen du Crabe est replié sous ce plastron sternal dans une dépression triangulaire.

Pour étudier l'abdomen, il faut le déplier et l'épingler sur le liège dans le prolongement du céphalothorax. Chez le **mâle**, il est nettement **triangulaire** et formé de **six anneaux** plus ou moins soudés entre eux : les segments I, II, VI, sont distincts, les segments III, IV, V, sont fusionnés. Chez la **femelle**, l'abdomen est **large et ovale ;** les six segments sont bien individualisés et bien visibles. Dans les deux sexes, l'abdomen se termine par un petit telson portant l'anus sur sa face ventrale. L'abdomen est constamment replié sous le céphalothorax ; chez le mâle il y est maintenu par un dispositif d'accrochage, sorte de bouton-pression formé par deux petites saillies du plastron qui s'enfoncent dans deux fossettes situées sur la face ventrale du 6e segment de l'abdomen. Il faut déplier l'abdomen pour observer les orifices génitaux. Chez le mâle, ils sont situés à la base de la 5e paire de pattes locomotrices et sont accompagnés d'un court pénis. Chez la femelle, ils sont situés sur le plastron sternal au niveau de la 3e paire de pattes locomotrices.

c) **Dissection et étude des pièces buccales** (fig. 155). Les pièces buccales sont au nombre de six paires :

— Une paire de **mandibules.**
— Deux paires de **mâchoires.**
— Trois paires de **pattes-mâchoires.**

En les détachant successivement et en les rangeant par paires dans la cuvette, on observe :

— La mandibule, qui présente une pièce masticatrice solide et dentée accompagnée d'un court palpe.

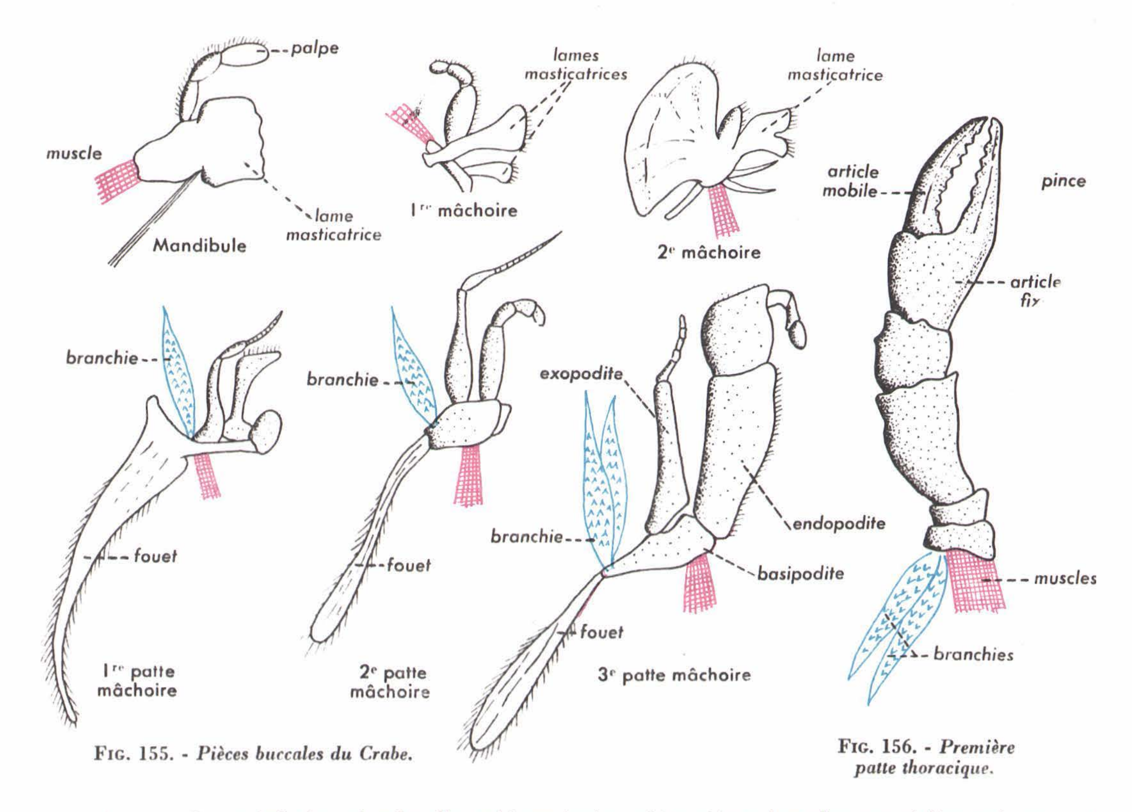


FIG. 155. - *Pièces buccales du Crabe.*

FIG. 156. - *Première patte thoracique.*

— La **première mâchoire,** plus fragile, est formée de petites pièces lamelleuses et d'un palpe court.

— La **deuxième mâchoire** est plus volumineuse ; une pièce arrondie et lamelleuse assure, en s'agitant, la circulation de l'eau dans la chambre branchiale ; la pièce masticatrice proprement dite est réduite.

— La **première patte-mâchoire,** ou premier maxillipède, est un appendice biramé pourvu d'un long prolongement membraneux, ou fouet, qui se loge dans la chambre branchiale.

— La **deuxième patte-mâchoire,** ou deuxième maxillipède, nettement biramée, est pourvue d'un fouet allongé et d'une branchie.

— La **troisième patte-mâchoire,** ou troisième maxillipède, est la plus volumineuse ; c'est toujours une pièce biramée, mais la rame interne prend l'allure d'une patte avec des segments bien développés. Elle porte deux branchies et un fouet développé toujours logé dans la chambre branchiale.

d) **Étude d'une patte locomotrice** (fig. 156). Les pattes de la première paire, appelées aussi **pinces** ou pattes ravisseuses, comportent les mêmes segments que chez l'Écrevisse. En détachant l'une d'elles on entraîne deux branchies.

e) **Appendices** abdominaux (fig. 157). Chez le mâle, on observe deux paires d'appendices copulateurs insérés sur les deux premiers segments de l'abdomen ; les appendices de la première paire, plus développés que les suivants, présentent un sillon destiné à l'écoulement du sperme.

Chez la femelle, on observe quatre paires d'appendices abdominaux biramés insérés sur les quatre premiers segments abdominaux ; ils sont munis de soies chitineuses et servent à retenir les œufs après la ponte.

Cette étude de l'abdomen révèle des différences notables entre le mâle et la femelle (dimorphisme sexuel), différences portant surtout sur la forme de l'abdomen, le nombre et la forme des appendices abdominaux.

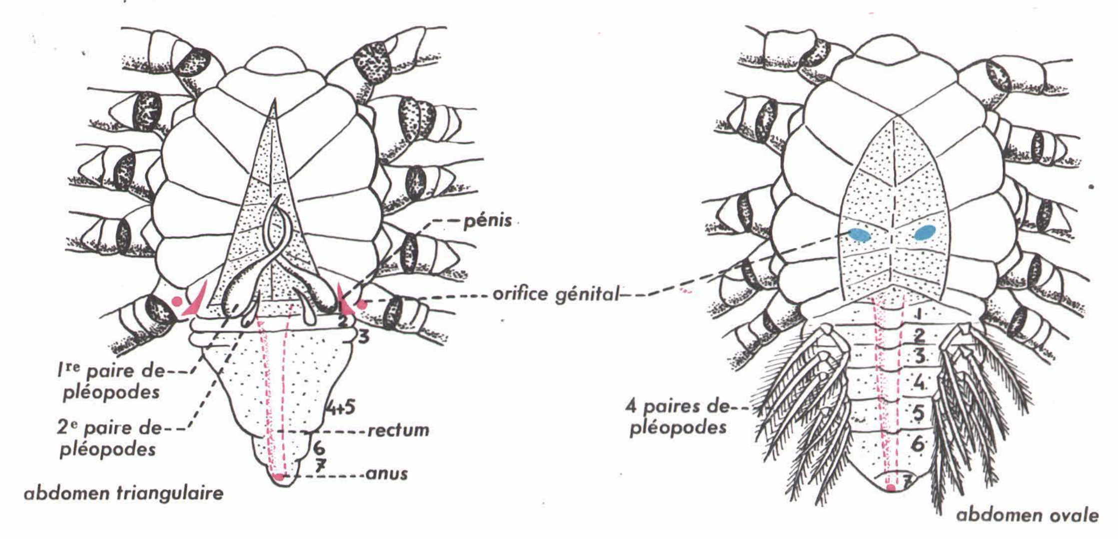


FIG. 157. - *Plastron thoracique et abdomen déplié ; à gauche, chez le mâle ; à droite, chez la femelle.*

Anatomie interne Pour la dissection, on déplie l'abdomen dans le prolongement du céphalothorax. On découpe un volet dans la face dorsale de la carapace du céphalothorax en suivant le bord ; on soulève délicatement ce couvercle. La même opération est exécutée sur l'abdomen. Le Crabe est fixé dans la cuvette et recouvert d'eau.

a) **Étude des organes en place** (fig. 158). En avant, sur la ligne médiane, on observe l'**estomac** avec, en arrière, la chambre pylorique et les **cæcums pyloriques.** Au centre, se trouve une masse translucide, le **cœur** percé de six ostioles. Les **organes génitaux** sont situés de part et d'autre du cœur. En arrière, sur la ligne médiane, on voit l'**intestin** qui se poursuit dans l'abdomen, l'anus se trouvant à l'extrémité de celui-ci. De chaque côté de l'**estomac** s'étend un **hépatopancréas** volumineux. Enfin, la chambre branchiale contient **huit branchies.** On notera encore que trois artères partent du cœur, vers l'avant, vers l'arrière et vers la face ventrale.

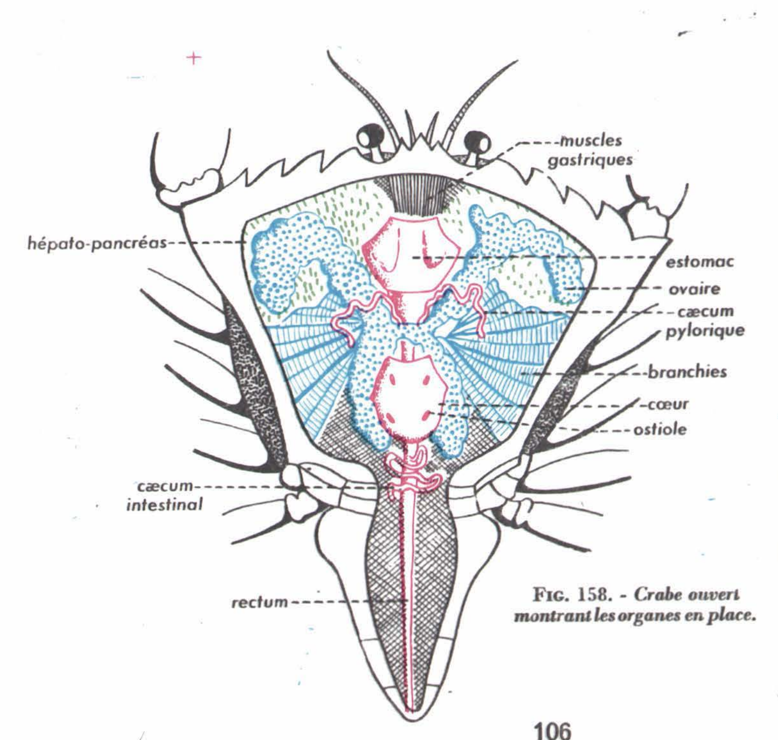


FIG. 158. - *Crabe ouvert montrant les organes en place.*

b) **Appareil digestif** (fig.158). L'appareil digestif est semblable à celui de l'Écrevisse. La **bouche,** située ventralement, communique avec l'**estomac** par un court **œsophage** vertical. L'estomac possède également des **pièces masticatrices.** L'**intestin** reçoit, à une très faible distance de l'estomac, une paire de **cæcums pyloriques** et, plus bas, un cæcum impair, le **cæcum intestinal.**

c) **Appareil respiratoire** (fig. 158). Chaque **cavité branchiale** est limitée latéralement par un repli du céphaléthorax. La cavité ainsi formée ne communique avec l'extérieur que par deux orifices, l'un antérieur et

l'autre postérieur, permettant la circulation de l'eau d'arrière en avant, circulation qui est assurée par les mouvements des fouets.

Les **branchies** sont des organes foliacés disposés dans la cavité branchiale, et formés de lamelles grisâtres attachées de chaque côté d'un axe central. Elles sont au nombre de huit dans chaque chambre.

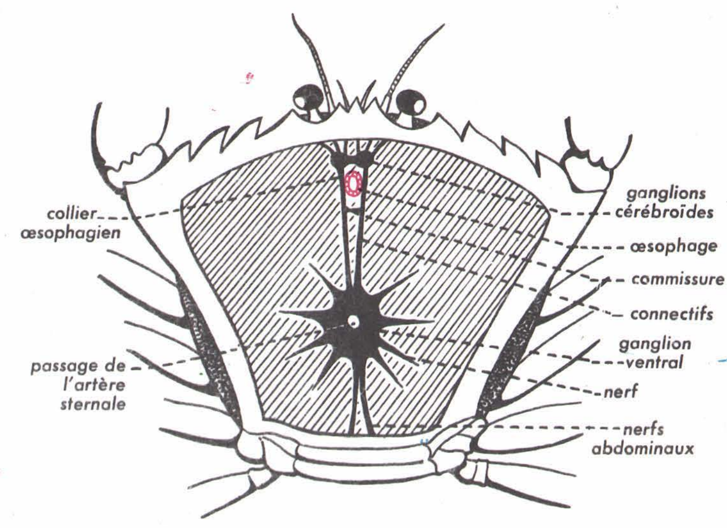


FIG. 159. - *Système nerveux du Crabe.*

d) **Appareil génital** (fig. 157). Chez le mâle, les **testicules,** longs et sinueux, sont situés derrière l'estomac et au-dessus du cœur ; ils se continuent vers l'arrière par **deux canaux déférents** pelotonnés qui aboutissent aux deux orifices génitaux mâles situés à la base des cinquièmes pattes locomotrices.

Chez la femelle, l'**ovaire** est formé, à maturité, de quatre lobes orangés mamelonnés, deux vers l'avant, deux vers l'arrière, se continuant par **deux oviductes** qui débouchent aux pores génitaux femelles situés sur la plaque sternale, au niveau de la troisième paire de pattes locomotrices.

e) **Système nerveux** (fig. 159). Pour l'observer, il faut enlever le cœur, les glandes génitales et l'appareil digestif. Le système nerveux du Crabe est surtout caractérisé par la **fusion en une masse unique des ganglions thoraciques et abdominaux** observés chez l'Écrevisse. On observe, de l'avant vers l'arrière : **une paire de ganglions cérébroïdes,** un **collier périœsophagien** aboutissant à un volumineux **ganglion ventral** d'aspect étoilé, formé par la fusion des ganglions thoraciques et abdominaux. Il en part de nombreux **nerfs** rayonnants se rendant aux pièces buccales, aux pattes locomotrices, aux organes du thorax et de l'abdomen.

2° BIOLOGIE DU CRABE

Les Crabes s'accroissent par **mues** successives, comme les Écrevisses. Le Crabe commun est **carnivore ;** il se nourrit de cadavres d'animaux marins et de Mollusques. Son développement présente des différences importantes avec celui de l'Écrevisse.

Généralement, l'œuf fécondé des Crustacés marins donne naissance à une larve microscopique, la larve **nauplius** (fig. 160), transparente, formée d'un disque portant un œil et trois paires d'appendices allongés. De nombreux poils chitineux facilitent la flottaison de cette larve pélagique. Les appendices deviendront, chez l'adulte, les antennules, les antennes et les mandibules. Un telson où s'ouvre l'anus prolonge le corps de la larve. Certains Crustacés inférieurs, comme les **Cyclops** des eaux douces, ne présentent dans leur développement que ce stade larvaire simplifié. Mais, chez la plupart des Crustacés, cette larve va subir des mues accompagnées de **métamorphoses ;** à chaque mue il y a formation de nouveaux anneaux et de nouveaux appendices à partir d'une zone prolifère située au voisinage du telson. On arrive alors à des larves de plus en plus compliquées (fig. 160) qui conduisent progressivement à l'état adulte. L'œuf du Crabe donne directement une larve appelée **larve zoé** (fig. 160), caractérisée par la présence de sept paires d'appendices, d'un thorax à six segments, et d'un abdomen segmenté. Les Homards, les Langoustes et les Langoustines, éclosent à un stade plus avancé, le stade de la **larve mysis** (fig. 160). L'Écrevisse, dont le développement est dit « condensé », pond des œufs qui, à l'éclosion, donnent directement de petits individus constitués comme l'adulte.

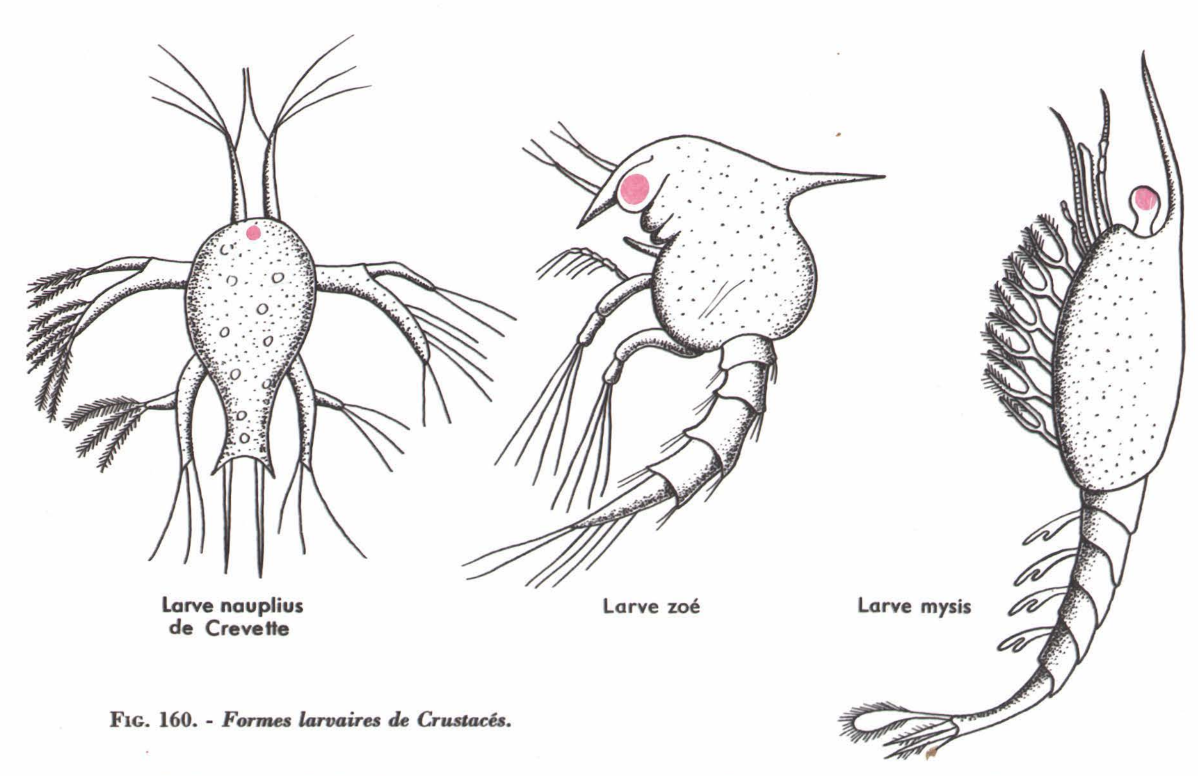


Fig. 160. - *Formes larvaires de Crustacés.*

Crabes sacculinés. On rencontre assez souvent des Crabes présentant sur la face ventrale, entre le bouclier thoracique et l'abdomen, un corps arrondi de la taille et de la forme d'un grain de raisin ; il s'agit d'un parasite du Crabe, la **sacculine.** Cette partie visible du parasite est un sac génital renfermant les œufs ; le reste du corps est formé de filaments ramifiés à l'intérieur du Crabe et rappelant les filaments mycéliens d'un champignon parasite. Pourtant, ce parasite est lui aussi un Crustacé dont les œufs donnent naissance à une larve nauplius bien caractéristique. Après avoir subi quelques transformations, cette larve se fixe sur une antenne du Crabe, se transforme en une larve ayant la forme d'une seringue à injection et injecte son contenu (masse cellulaire indifférenciée) à l'intérieur du corps du Crabe. Cette masse rampe le long de l'intestin de son hôte et développe des filaments qui se ramifient dans tout le corps de ce dernier. Ce parasitisme s'accompagne d'un phénomène biologique intéressant appelé castration parasitaire. Non seulement les testicules ne se développent pas, mais les Crabes mâles parasités prennent les caractères des Crabes femelles ; en particulier, la forme de l'abdomen se modifie : elle devient plus arrondie. Les appendices copulateurs s'atrophient, et quatre paires d'appendices biramés se développent. Le sang des Crabes mâles sacculinés s'enrichit en lipides, et sa composition chimique se rapproche alors de celle du sang de la femelle.

3° CLASSIFICATION

Comme l'Écrevisse, le Crabe est un **CRUSTACÉ** supérieur appartenant à l'ordre des **DÉCAPODES,** mais il fait partie du sous-ordre des **BRACHYOURES** renfermant les DÉCAPODES à abdomen court replié sous le céphalothorax.

Parmi les espèces communes on peut citer :

- Le **Crabe portunus** dont l'article terminal des pattes postérieures est aplati en rame. On le trouve en pleine mer.
- Le **Crabe pinnothère,** de très petite taille, vivant dans la cavité palléale des Moules.
- Le Crabe **tourteau,** au céphalothorax large et elliptique, très fréquent sur les côtes océaniques.
- Le **Crabe maia,** ou Araignée de mer, de grande taille, possédant de très longs appendices et une carapace hérissée de pointes.

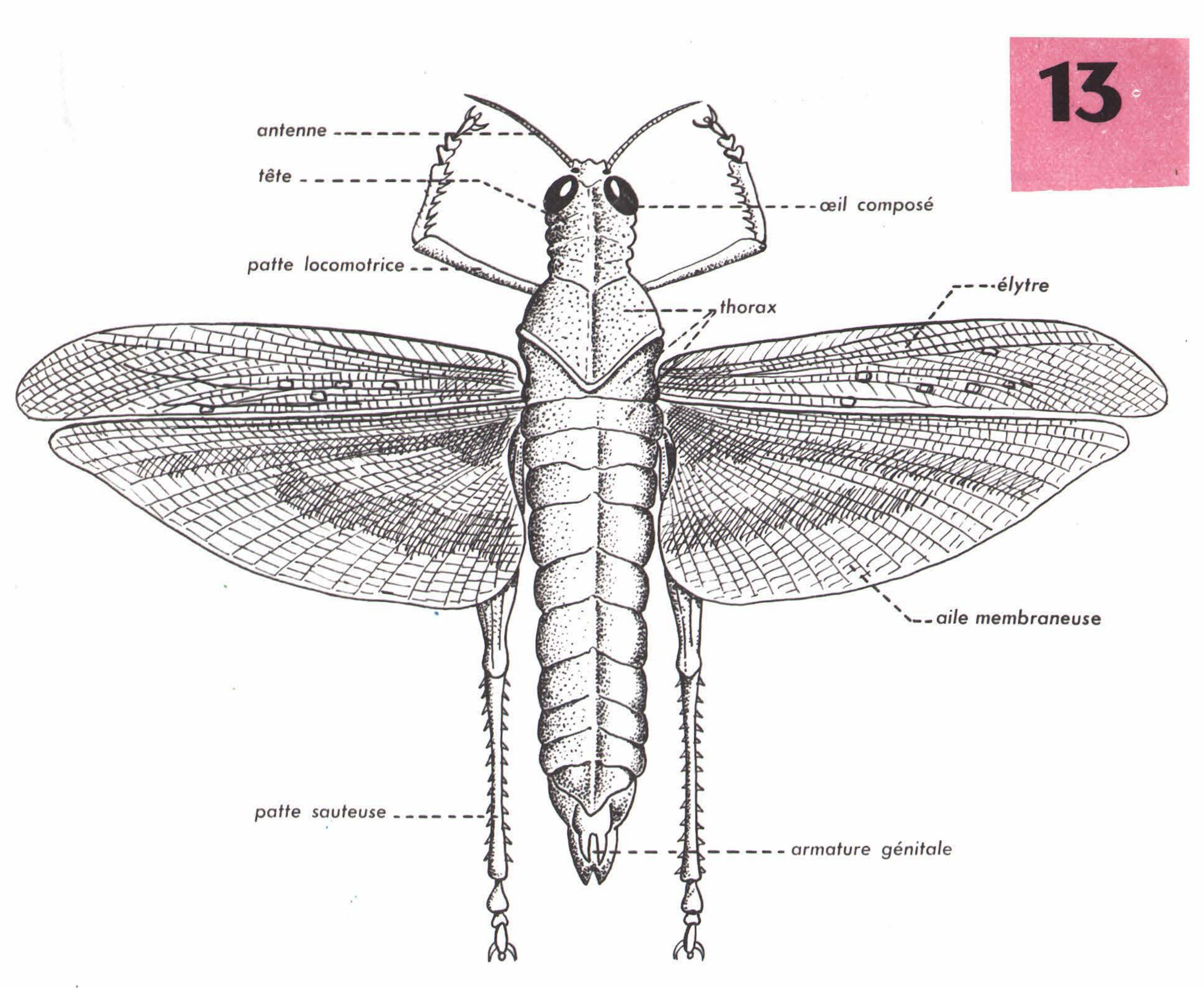


FIG. 161. - *Criquet, ailes étalées.*

LE CRIQUET

Les Criquets sont très communs en été dans les champs et les prairies ; on les voit se déplacer par bonds grâce à la détente brusque de leurs longues pattes postérieures. On distingue facilement les Criquets des Sauterelles ; les premiers possèdent des antennes courtes, les secondes des antennes plus longues que le corps. De plus, la femelle du Criquet ne possède pas la longue tarière qui caractérise la Sauterelle femelle. Il existe en France de nombreuses espèces de Criquets. Les plus communs sont les Criquets à ailes bleues et les Criquets à ailes rouges. Dans le midi on trouve également le Criquet égyptien et le Criquet italien.

1° DESCRIPTION ET STRUCTURE

Anatomie externe L'animal sera étudié de préférence épinglé sur une plaque de liège, les pattes et les ailes bien étalées. Le corps comprend trois parties : la tête, le thorax, l'abdomen.

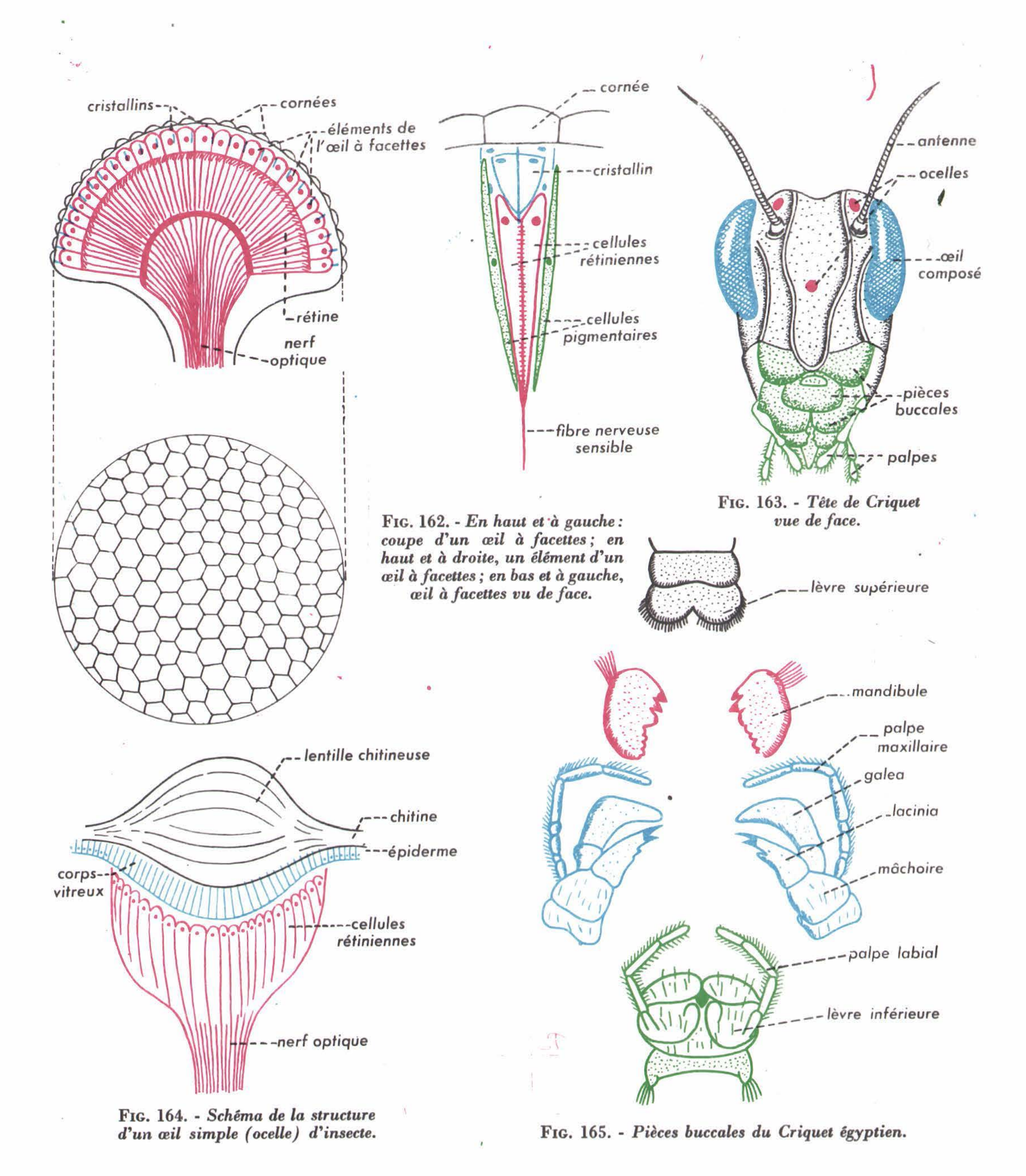


FIG. 162. - *En haut et à gauche : coupe d'un œil à facettes ; en haut et à droite, un élément d'un œil à facettes ; en bas et à gauche, œil à facettes vu de face.*

FIG. 163. - *Tête de Criquet vue de face.*

FIG. 164. - *Schéma de la structure d'un œil simple (ocelle) d'insecte.*

FIG. 165. - *Pièces buccales du Criquet égyptien.*

A. - **Étude générale de la tête** (fig. 163). Vue de face, la tête a grossièrement la forme d'un triangle. Elle porte des organes des sens (antennes, yeux) et des pièces chitineuses qui entourent la bouche.

Les **antennes**, rectilignes et formées d'articles, sont recouvertes de petits poils chitineux. On les considère comme des organes du toucher et de l'olfaction.

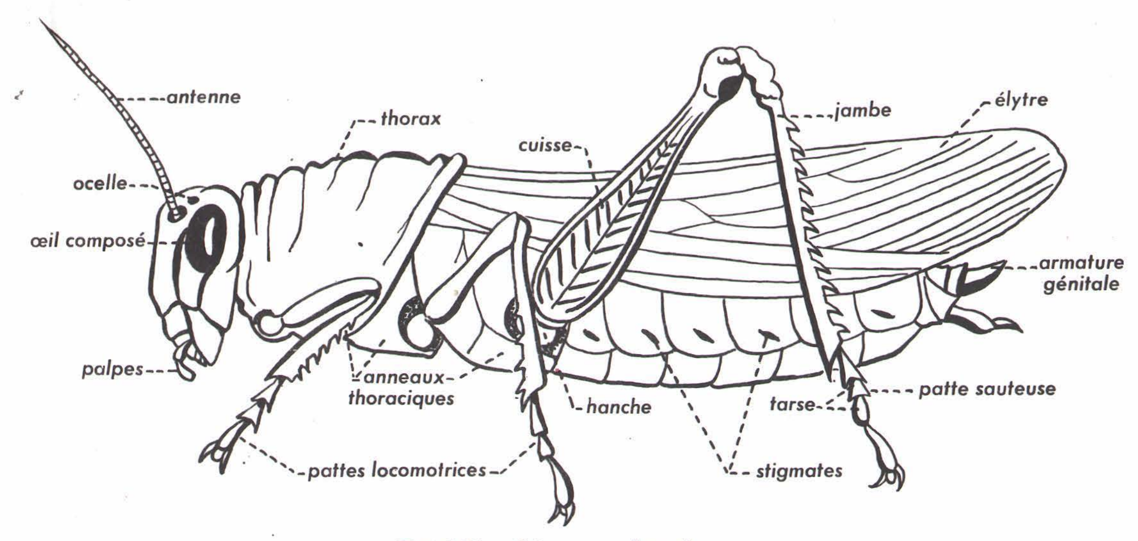


FIG. 166. - *Criquet, vue latérale.*

Il existe des **yeux composés** et des **yeux simples.** Les premiers, volumineux et de forme ovale, présentent en surface un nombre très élevé de **facettes microscopiques.** Chaque facette correspond à un élément visuel indépendant appelé **ommatidie.** Chaque ommatidie est formée :

— D'une cornéule (petite cornée).
— De quatre cellules cristalliniennes disposées en croix et entourant un cristallin conique.
— De six cellules rétiniennes entourant un bâtonnet sensible.
— De cellules pigmentaires.

Les **yeux simples,** ou **ocelles,** au nombre de trois, sont disposés en triangle, un médian et deux latéraux, ces derniers étant situés à la base des antennes.

B. - **Étude des pièces buccales** (fig. 165). Les pièces qui entourent la bouche, ou **pièces buccales,** comprennent :

— Une **lèvre supérieure.**
— Une **paire de mandibules.**
— Une **paire de mâchoires.**
— Une **lèvre inférieure.**

Pour les étudier, on les arrache à l'aide de pinces fines en commençant par la lèvre inférieure ; on les dispose en ordre sur un morceau de papier blanc. Pour les conserver, il suffit de les coller sur du papier bristol.

La lèvre supérieure est un repli chitineux protecteur qui n'est pas considéré comme un véritable appendice.

Les mandibules, appendices formés de chitine dure, sont dentées sur le bord interne.

Les mâchoires sont deux appendices biramés possédant chacun une pièce basilaire, une rame externe et une rame interne ; c'est la rame interne qui joue un rôle masticateur. Du côté externe, la mâchoire est pourvue d'un prolongement articulé riche en poils chitineux, le **palpe maxillaire,** qui constituerait un organe sensoriel destiné à apprécier la qualité des aliments.

La lèvre inférieure est une pièce unique qui a la valeur de deux appendices car elle est formée par la soudure de deux pièces biramées. Elle porte des palpes, **les palpes labiaux,** dont le rôle doit être identique à celui des palpes maxillaires.

Ces pièces buccales destinées à la mastication d'organes végétaux (feuilles, bourgeons...) sont des **pièces buccales broyeuses ;** l'appareil buccal du Criquet, qui se retrouve chez bien d'autres insectes, est un **appareil buccal broyeur.**

C. - **Étude du thorax** (fig. 167). Le thorax est formé de trois anneaux ; **il en est de même chez tous les insectes.**

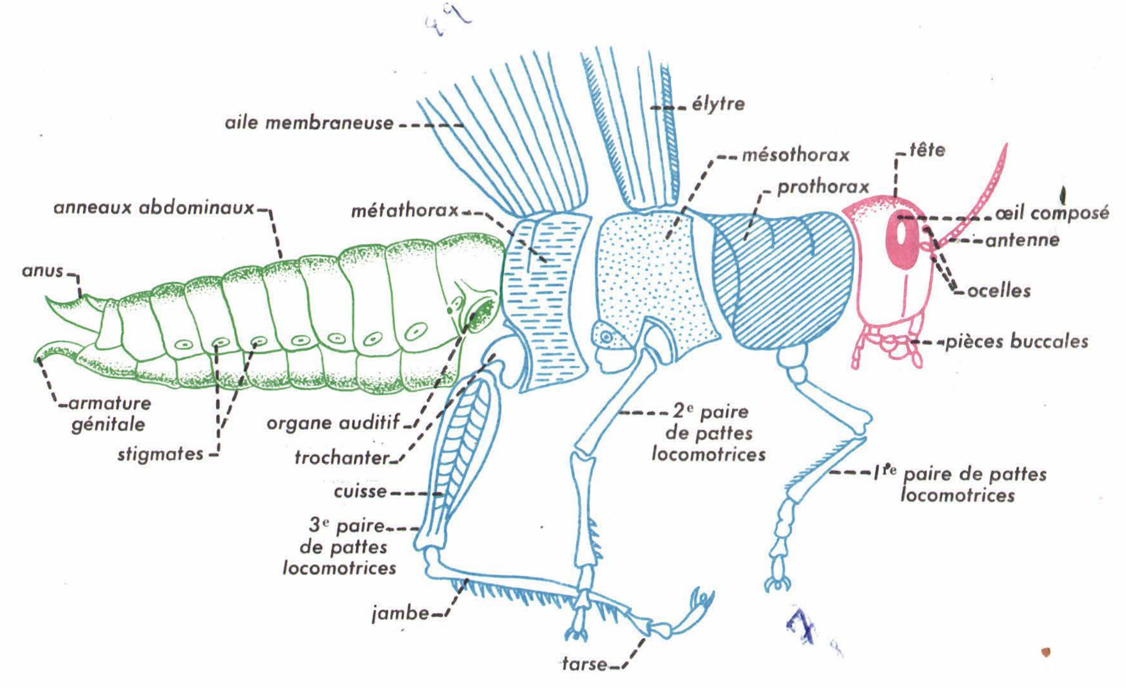


Fig. 167. - *Criquet, tête, anneaux du thorax et abdomen séparés.*

Chez le Criquet, le premier anneau est le plus développé et il recouvre partiellement les deux autres sur la face dorsale : c'est le **corselet.** Chaque anneau thoracique est formé par une pièce dorsale chitineuse, ou **arc dorsal,** par une pièce chitineuse ventrale, ou **arc ventral,** ces deux pièces étant reliées entre elles par deux pièces chitineuses latérales, les **arcs pleuraux.** Une paire de pattes locomotrices est fixée sur chacun des trois anneaux thoraciques. Le Criquet est un **hexapode.** Deux paires d'ailes s'attachent sur les deux derniers anneaux.

La première paire est formée d'ailes étroites et solides qui recouvrent, au repos, la seconde paire d'ailes : ce sont les **élytres.** Les ailes postérieures, au contraire, sont plus larges et plus fines ; au repos, elles se plient comme un éventail et s'abritent sous les élytres : ce sont les ailes du vol, ou **ailes membraneuses.** Chaque aile est un repli chitineux qui s'est développé extérieurement. Une aile présente de **nombreuses nervures** ramifiées dont l'ensemble forme des dessins spécifiques. Ces nervures sont des tubes chitineux ramifiés renfermant du sang et un tube respiratoire appelé trachée. Les ailes sont actionnées par des **muscles puissants** situés à l'intérieur des anneaux thoraciques (fig. 167).

Un anneau thoracique porte une paire de pattes locomotrices (fig.166 et 167). Sur chaque patte on observe les mêmes articles : la **hanche** qui relie la patte à l'anneau thoracique, le **trochanter,** la **cuisse,** la **jambe,** le **tarse** formé de trois articles. Les deux premières paires de pattes sont semblables entre elles, mais la troisième présente une cuisse très longue et très puissante, ainsi qu'une jambe très développée ; l'ensemble cuisse-jambe-tarse fonctionne comme un véritable ressort plié en Z au repos et qui, en se détendant brusquement, projette l'animal en avant. On dit que les **pattes postérieures du Criquet sont adaptées au saut :** le Criquet est un insecte sauteur.

D. - **Étude de l'abdomen** (fig. 167). L'abdomen, allongé, est beaucoup plus souple que le thorax, la couche chitineuse externe étant plus fine et plus flexible. Il est constitué par 11 anneaux, mais seuls les 9 premiers sont bien visibles. Chaque anneau comprend un arc dorsal et un arc ventral chitineux ; l'ensemble forme un squelette externe qui reste souple.

Les 8 premiers anneaux présentent latéralement une paire d'orifices respiratoires, les **stigmates,** permettant l'entrée de l'air dans les **trachées.** Sur le premier anneau abdominal, on peut voir, sur les côtés, une **paire d'organes de l'audition.** Chaque organe est formé par un cadre chitineux arrondi et solide, soutenant une fine membrane, la membrane tympanique, recouvrant une cavité.

Les anneaux abdominaux sont dépourvus d'appendices, sauf le huitième anneau qui porte deux prolongements courts, les apophyses génitales, et le neuvième anneau qui en porte quatre. Sur le dixième anneau se trouvent les cerques. L'ensemble de ces appendices abdominaux forme l'**armature génitale** entourant l'orifice génital, ventral par rapport à l'anus. Cette armature génitale sert à l'accouplement chez le mâle et à la ponte chez la femelle. Le dimorphisme sexuel se manifeste par des organes stridulants qui n'existent que chez le mâle. Chez ce dernier, les cuisses des pattes postérieures portent sur leur face interne une rangée de dents minuscules qui frottent en un mouvement de va-et-vient sur le bord externe des élytres. Les notes sont graves si le mouvement est lent, aiguës si les mouvements sont rapides.

Anatomie interne *(fig. 168 à 174)* On fixe l'animal sur la face ventrale en plantant des épingles fines dans les élytres dépliés ou dans un article des pattes. Après avoir enlevé les ailes membraneuses, on incise le thorax en suivant son contour externe, puis on soulève le bouclier thoracique ainsi découpé. On peut ouvrir l'abdomen par le même procédé. L'insecte est recouvert d'eau et l'on observe les organes en place :

a) **Un vaisseau sanguin dorsal** qui, au niveau de l'abdomen, est formé par une suite d'ampoules, les chambres contractiles, communiquant entre elles par des valvules. Le sang pénètre dans ces « cœurs » par des orifices latéraux, les ostioles, et circule de l'arrière vers l'avant. Ce vaisseau repose sur une lame musculaire mince, le diaphragme dorsal.

b) **L'appareil digestif.** Après avoir enlevé ce vaisseau sanguin, on découvre le tube digestif qui, comme chez tous les insectes, est divisé en trois parties : intestin antérieur, intestin moyen, intestin postérieur. L'intestin antérieur est formé par l'**œsophage** et le **jabot.** L'intestin moyen, le seul accomplissant un rôle chimique dans la digestion, est constitué par l'**estomac.** L'intestin postérieur se renfle, en avant de l'anus, en une **ampoule rectale volumineuse.** Au début de cet intestin terminal, on observe plusieurs tubes fins et sinueux, les **tubes de Malpighi,**

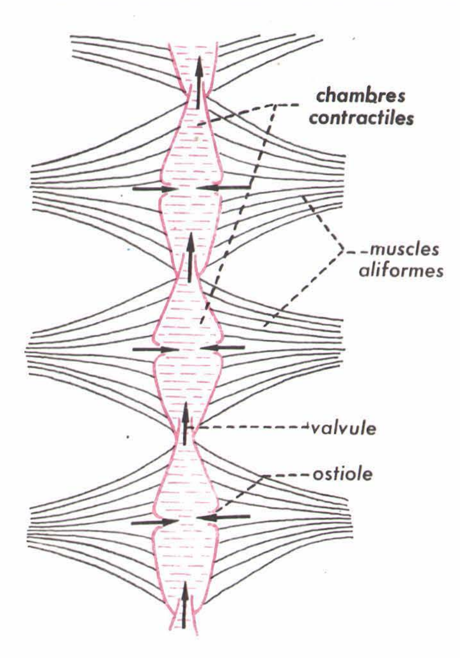


FIG. 168. - *Portion du vaisseau sanguin dorsal.*

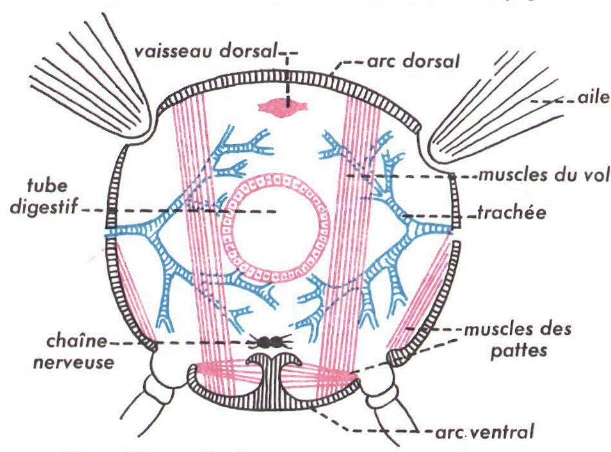
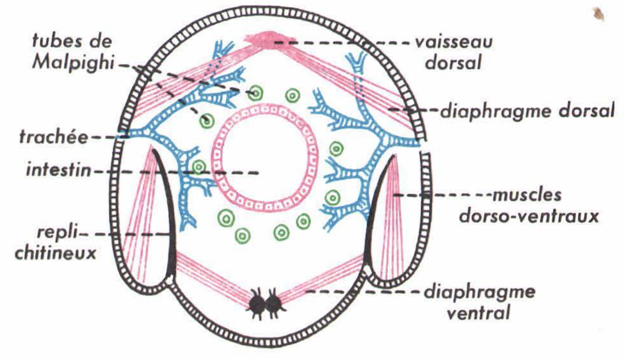


FIG. 169. - *En haut, coupe transversale du thorax (schématique); en bas, coupe transversale de l'abdomen (schématique).*



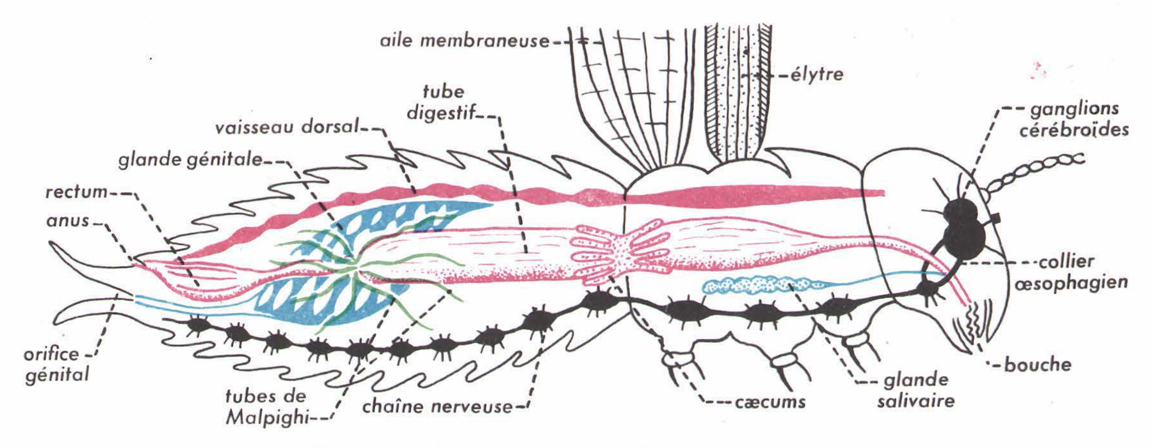


Fig. 170. - *Coupe longitudinale schématique du Criquet.*

qui ne sont pas des glandes digestives mais des **tubes excréteurs.** Pour ce qui est des glandes digestives, on observe la présence d'**une paire de glandes salivaires** qui déversent leur salive dans la cavité buccale de l'insecte par un fin canal.

c) **L'appareil génital. L'appareil génital mâle** est formé d'**une paire de testicules** constitués par de nombreux tubes spermatiques. De chaque testicule part un canal déférent ; les deux canaux déférents se réunissent en un canal éjaculateur en relation avec une paire de vésicules séminales où s'accumulent les spermatozoïdes. Ces vésicules communiquent avec l'extérieur par un orifice génital situé à l'extrémité d'un pénis.

L'appareil génital femelle est constitué par **une paire d'ovaires.** Un ovaire comprend un ensemble de tubes renfermant les ovules en formation. Deux oviductes les relient à l'orifice génital femelle. Un réceptacle séminal reçoit les spermatozoïdes ; ils y séjournent en attendant la maturation des ovules.

d) **L'appareil respiratoire.** De nombreux tubes ressemblant à des fils blanchâtres entourent les organes : ce sont les **trachées** qui sont en rapport avec de petits **sacs aériens** et communiquent avec l'extérieur par des orifices respiratoires, **les stigmates,** bien visibles sur les côtés des deux derniers anneaux thoraciques et des anneaux abdominaux. L'examen microscopique d'une petite touffe de trachées montre que les tubes sont limités par des cellules plates très minces, permettant les échanges gazeux respiratoires entre l'air du tube et les tissus environnants. Ces tubes sont consolidés et maintenus béants par une spirale de chitine.

e) **Le système nerveux.** Pour l'apercevoir, il faut vider de ses organes le corps du Criquet. Le système nerveux comprend :

— Un « cerveau » formé par la coalescence de **plusieurs ganglions céphaliques** d'où partent des nerfs se rendant aux organes des sens et aux pièces buccales.
— **Une chaîne nerveuse ventrale** reliée au cerveau par un **collier œsophagien.** Cette chaîne ventrale est formée par des **ganglions nerveux,** une paire par anneau, reliés entre eux par des filets nerveux.

2° BIOLOGIE DU CRIQUET

Sensibilité a) **La vision.** Nous avons vu que le Criquet, comme la plupart des insectes, possède des **yeux composés** formés de plusieurs milliers d'éléments visuels indépendants, les ommatidies. Les cellules rétiniennes sont sensibles à la lumière. Il en part des fibres nerveuses qui se réunissent pour former un nerf optique. Chaque ommatidie est séparée de l'ommatidie voisine par des cellules pigmentaires. L'image totale du champ visuel doit être réalisée par la superposition de milliers d'images. Il n'y a pas de phénomène d'accommodation. Les **yeux simples, ou ocelles,** comprennent une cornée bombée formée par l'épaississement en lentille de la couche chitineuse ; sous cette cornée sont disposées des cellules sensibles rétiniennes d'où partent des fibres nerveuses sensorielles.

b) **L'ouïe.** Nous avons observé un organe tympanique de chaque côté du premier anneau

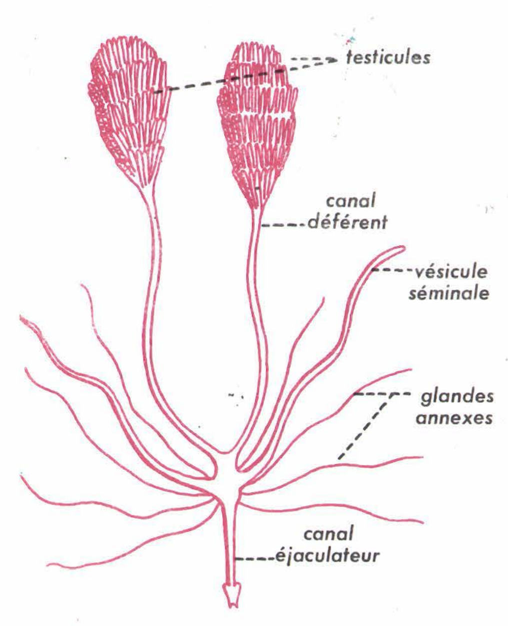


Fig. 171. - *Appareil génital mâle du Criquet.*

œsophage
jabot
cæcums
intestin moyen
tubes de
Malpighi
ovaire
réceptacle
séminal
intestin
postérieur
oviducte
ampoule rectale

Fig. 172. - *Tube digestif et appareil génital femelle du Criquet.*

ganglions
cérébroïdes
ganglion
optique
collier
œsophagien
ganglions
thoraciques
ganglions
abdominaux

anneaux chitineux
anneau
chitineux
ouverture
membrane

Fig. 173. - *A gauche, trachée ramifiée ; à droite, stigmate.*

Fig. 174. - *Système nerveux du Criquet.*

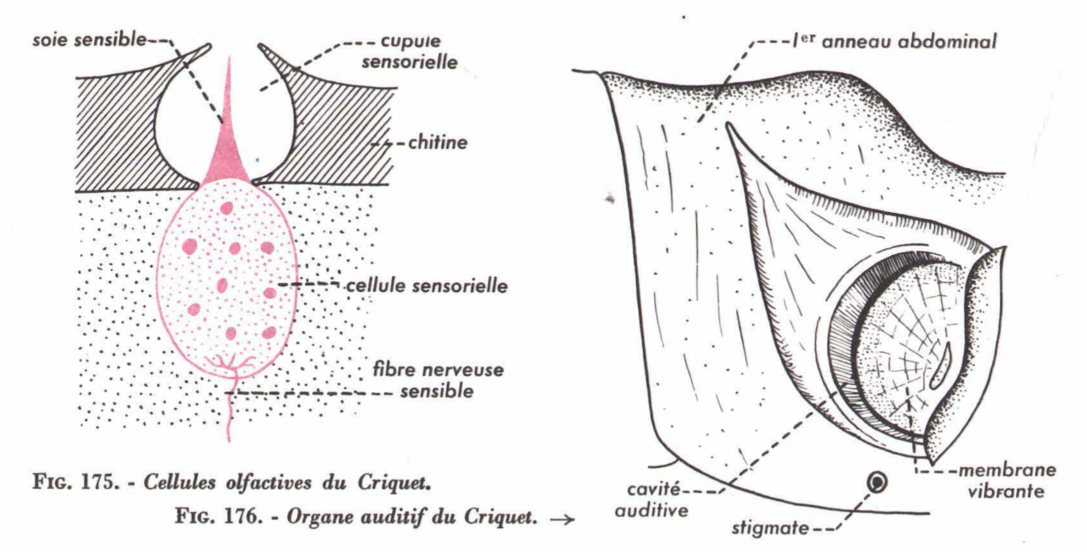


FIG. 175. - *Cellules olfactives du Criquet.*

FIG. 176. - *Organe auditif du Criquet.* →

abdominal. Cet organe renferme des appareils auditifs comprenant des cellules sensibles d'où partent des fibres nerveuses en rapport avec le système nerveux.

c) **Le goût.** Les organes du goût siègeraient sur les palpes maxillaires et labiaux riches en poils chitineux sensibles.

d) **L'olfaction** est également bien développée. Elle serait assurée par les cellules sensorielles des antennes en rapport avec le milieu extérieur par des poils chitineux sensibles. Les insectes amputés de leurs antennes perdent le sens de l'olfaction. L'olfaction joue un rôle particulièrement important dans la vie des insectes.

Locomotion Les deux premières paires de pattes servent pour les déplacements lents ; elles permettent également au Criquet de s'accrocher à un support : en effet, le dernier article du tarse est muni d'une paire de griffes recourbées. Mais par ses pattes postérieures longues et puissantes, le Criquet est adapté au saut. Les battements rapides des ailes postérieures membraneuses permettent le vol. Les élytres, étendus, restent immobiles, mais jouent vraisemblablement un rôle dans la stabilité et l'orientation du vol.

Nutrition Le Criquet se nourrit surtout de végétaux qu'il peut dévorer très rapidement grâce à ses pièces buccales broyeuses. Il lui arrive parfois de dévorer des Criquets morts ou d'autres insectes. L'intestin antérieur et l'intestin postérieur sont revêtus intérieurement de chitine. Seul l'intestin moyen peut sécréter des diastases et jouer un rôle chimique pendant la digestion.

Circulation Nous avons vu que le sang circulait dans un vaisseau dorsal. Mais en dehors de ce vaisseau, le sang se déplace dans les cavités du corps **(circulation lacunaire).** Grâce aux muscles qui se contractent et se relâchent, l'abdomen est animé de mouvements qui activent la circulation du sang dans ces cavités.

Respiration Les insectes ont une **respiration trachéenne.** Les **trachées** se ramifient dans tout le corps et, par endroits, se renflent pour former les **sacs aériens.** Les plus fines, appelées **trachéoles** peuvent même pénétrer à l'intérieur de certaines cellules. Les stigmates sont pourvus d'un mécanisme de fermeture et d'ouverture. La circulation de l'air dans les trachées est assurée par les mouvements de dilatation et de contraction de l'abdomen, mouvements déterminés par les muscles respiratoires internes. Les échanges gazeux respiratoires s'effectuent à travers la fine membrane des trachéoles.

Excrétion Ce sont les **tubes de Malpighi** qui constituent l'appareil excréteur principal des insectes. Ces tubes puisent dans le sang où ils baignent, les produits de déchets (urée, acide urique, urates) qu'ils déversent ensuite dans l'intestin, à la limite de l'intestin moyen et de l'intestin postérieur. Les insectes sont également pourvus d'un **rein d'accumula-**

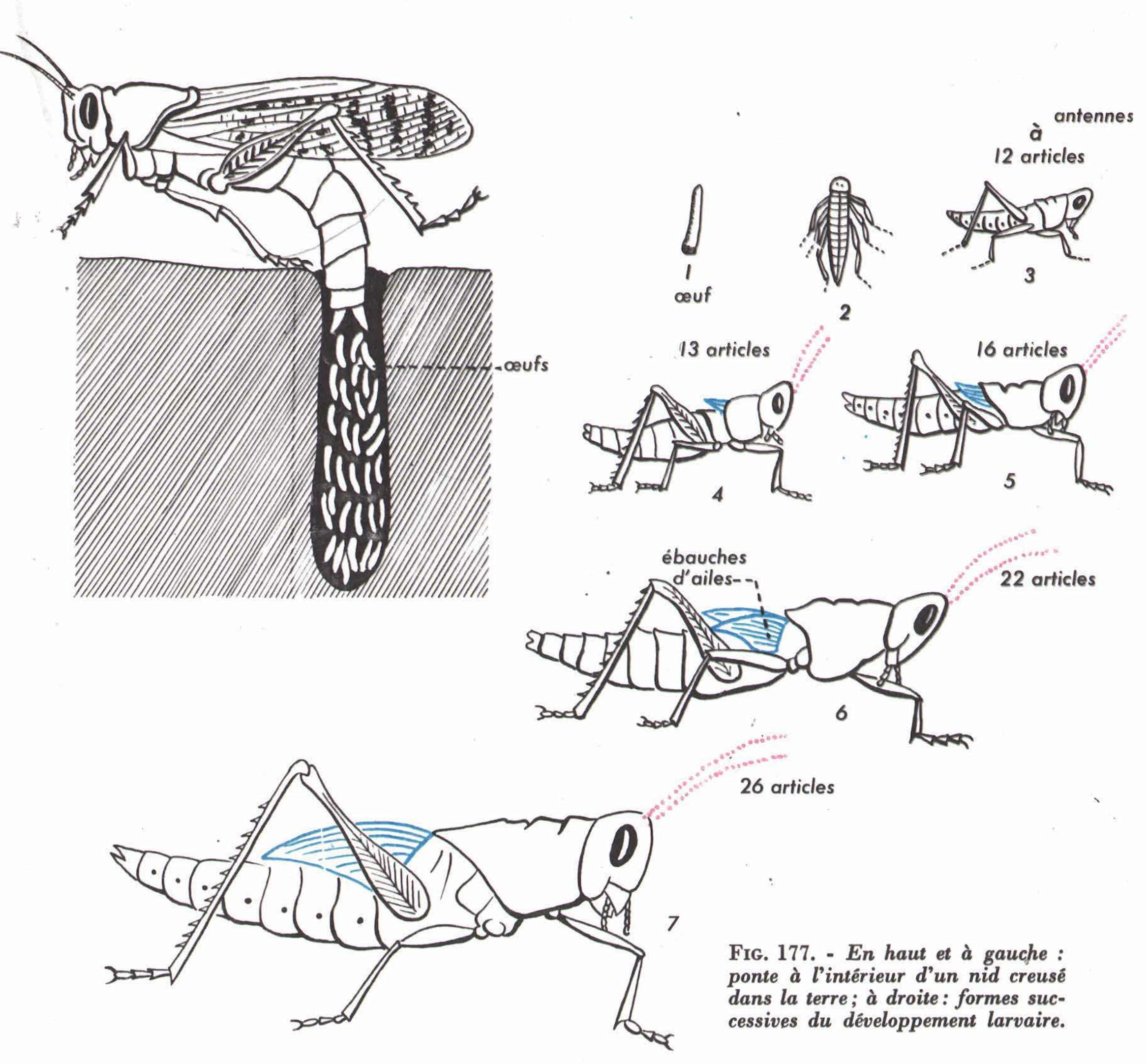


Fig. 177. - *En haut et à gauche : ponte à l'intérieur d'un nid creusé dans la terre ; à droite : formes successives du développement larvaire.*

tion (c'est-à-dire dépourvu de canal excréteur) qui a l'aspect d'un tissu adipeux ; il renferme des cristaux d'urates. Parfois, ces déchets sont rejetés à l'extérieur au moment des mues : le rejet de l'ancienne carapace chitineuse s'accompagne souvent de l'élimination de nombreux cristaux d'urates.

Reproduction et développement (*fig. 177*)

En été, après la fécondation, la femelle du Criquet creuse dans le sol un nid en forme de tube à l'intérieur duquel elle pond une dizaine d'œufs. Contrairement à la plupart des femelles d'insectes qui ne sont fécondées qu'une seule fois au cours de leur existence, la femelle du Criquet a besoin d'être fécondée avant chaque ponte. Elle entoure ses œufs d'une substance qui, en séchant, forme une coque appelée oothèque. Cette coque est fermée par un petit couvercle constitué par un mélange de terre et de sécrétion visqueuse. Au printemps, les œufs éclosent : les larves se libèrent de l'œuf grâce à une ampoule céphalique qui peut se gonfler de sang, puis font sauter le couvercle de l'oothèque. Ces larves mènent tout de suite une vie active. Elles ont la forme de minuscules Criquets sans ailes ; leur développement comporte six stades successifs séparés par des mues (fig. 177) :

— 1er stade : les ailes manquent complètement ; pas d'antennes.
— 2e stade : le thorax et l'abdomen se développent davantage ; antennes à 12 articles.

— 3e stade : des ébauches d'ailes apparaissent et vont se développer progressivement au stade suivant ; antennes à 15 articles.
— 4e stade : antennes à 16 articles.
— 5e stade : antennes à 22 articles.
— 6e stade : antennes à 26 articles ; les ailes sont complètement développées.

Les mues qui séparent les différents stades du développement sont sous la dépendance de corps chimiques sécrétés par des cellules glandulaires voisines du cerveau et par une glande située dans le premier anneau du thorax.

Les Criquets sont des **insectes à métamorphoses incomplètes,** car la larve ne diffère de l'adulte que par l'absence d'ailes, et le développement se fait progressivement sans qu'on voit un stade nymphe immobile, stade qui caractérise les insectes à métamorphoses complètes (voir développement de l'Abeille).

Ravages des Criquets Dans certaines conditions, les Criquets deviennent grégaires et migrateurs ; ils peuvent vivre alors en immenses troupes et ravager des territoires étendus, car leur voracité est très grande. L'invasion de Criquets qui dévasta l'Algérie en 1867 provoqua une famine qui fit périr plus de 500 000 personnes. Certains entomologistes pensent même que les Criquets ont pu contribuer à la disparition de civilisations anciennes.

Les trois espèces essentiellement migratrices sont : le CRIQUET PÈLERIN d'Asie et d'Afrique du Nord, le CRIQUET MIGRATEUR de l'Asie et du Sud-Est de l'Europe, le CRIQUET MIGRATEUR TROPICAL en Afrique. Ils peuvent, en nombre considérable, franchir des distances énormes (plusieurs milliers de kilomètres), et lorsqu'ils s'abattent sur une région, ils font disparaître en quelques heures les feuilles des végétaux, et même parfois les tiges et les racines.

Ces migrations ne sont pas obligatoirement régulières et saisonnières. Des travaux ont montré qu'une même espèce de Criquet peut se présenter sous deux formes, une forme solitaire et une forme grégaire, la seconde se distinguant de la première par des ailes plus longues et une pigmentation plus prononcée ; seule cette deuxième forme est dangereuse. On ne connaît pas encore les conditions qui déterminent le passage de la forme solitaire à la forme grégaire.

LE CRIQUET ÉGYPTIEN, LE CRIQUET MAROCAIN, ET LE CRIQUET ITALIEN, vivent tous trois dans le Midi de la France, généralement sous forme solitaire et sédentaire, mais ils deviennent parfois grégaires et migrateurs. Ils causent alors des dommages importants, et la région de Toulouse, la Crau et la Camargue, ont souffert d'invasions de Criquets.

On essaie de lutter contre les ravages des Criquets par le ramassage et la destruction des individus, l'emploi d'insecticides puissants, l'utilisation de barrières de toile ou de zinc contre le déplacement des bandes de larves. Actuellement, on dirige surtout ces efforts vers les régions où s'effectue le passage de la forme solitaire à la forme grégaire.

3° PLACE DU CRIQUET DANS LE RÈGNE ANIMAL

Le CRIQUET appartient à l'embranchement des **ARTHROPODES** (articulés) car son corps, recouvert de chitine, est formé de segments et pourvu d'appendices articulés.

Il appartient à la classe des **INSECTES,** Arthropodes dont le corps est divisé en trois parties : tête, thorax, abdomen. Le Criquet possède une seule paire d'antennes, deux paires d'ailes et trois paires de pattes locomotrices (HEXAPODES).

La première paire d'ailes, dure, forme de longs élytres, et la deuxième paire, membraneuse, est pliée en éventail sous les élytres. Les pièces buccales sont broyeuses et le développement présente des métamorphoses incomplètes. Le Criquet fait partie de l'ordre des **ORTHOPTÈRES** (ce mot rappelle que la seconde paire d'ailes forme des plis droits).

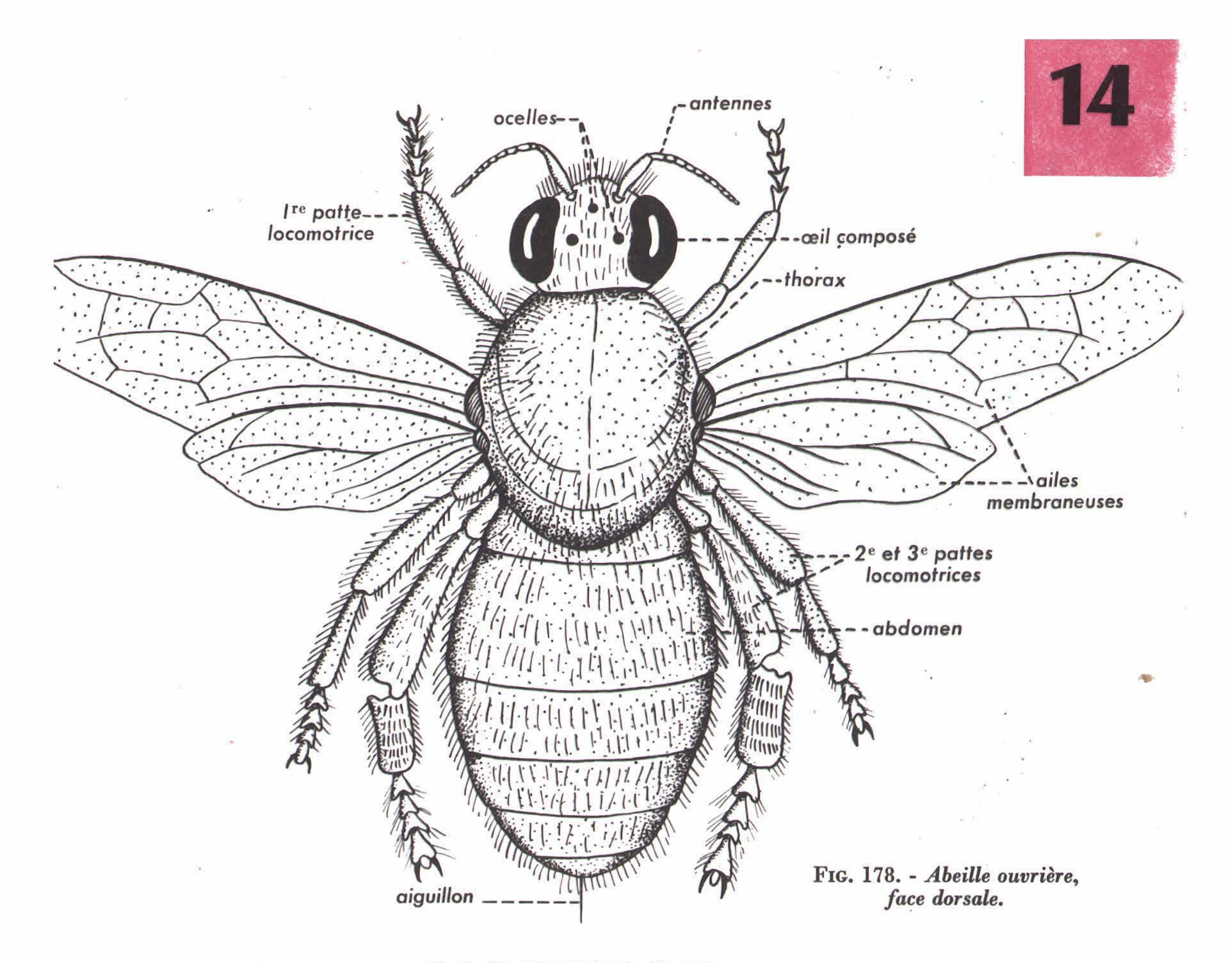


FIG. 178. - *Abeille ouvrière, face dorsale.*

L'ABEILLE

Pendant la belle saison, les Abeilles sont nombreuses sur les fleurs qu'elles visitent pour butiner le nectar et le pollen. Les Abeilles sont des insectes sociaux. Leur société, ou ruche, peut comprendre jusqu'à 50 000 insectes. Dans ces ruches vivent ensemble trois catégories d'individus morphologiquement différents : les ouvrières, de loin les plus nombreuses (plusieurs dizaines de milliers), les mâles, ou faux-bourdons, au nombre de quelques centaines, une seule reine.

1° DESCRIPTION ET STRUCTURE

Les Abeilles sont capturées à l'aide d'un filet à insectes, saisies avec des pinces fines et introduites dans un flacon contenant un coton imbibé d'éther acétique. On peut les conserver longtemps en bon état dans de l'alcool glycériné.

***Anatomie externe d'une ouvrière** (fig. 179)* L'insecte, fixé par une épingle sur une plaque de liège, est observé à la loupe binoculaire ou au microscope. Le corps, brunâtre et velu, comprend, comme chez le Criquet et tous les Insectes, trois parties : la **tête,** le **thorax,** l'**abdomen.**

a) **La tête** (fig. 180). La tête, triangulaire, est recouverte de poils chitineux très fins. Elle porte **une paire d'yeux composés** réniformes (en forme de **reins**), à très nombreuses facettes (6 000) ; **trois yeux simples, ou ocelles,** sont disposés en triangle sur le sommet de la tête. Les **deux antennes coudées,** assez courtes, comprennent douze articles. La **bouche,** située à la partie inférieure de la tête, est entourée de **pièces buccales.**

Fig. 179. - *Abeille ouvrière, vue schématique de profil.*

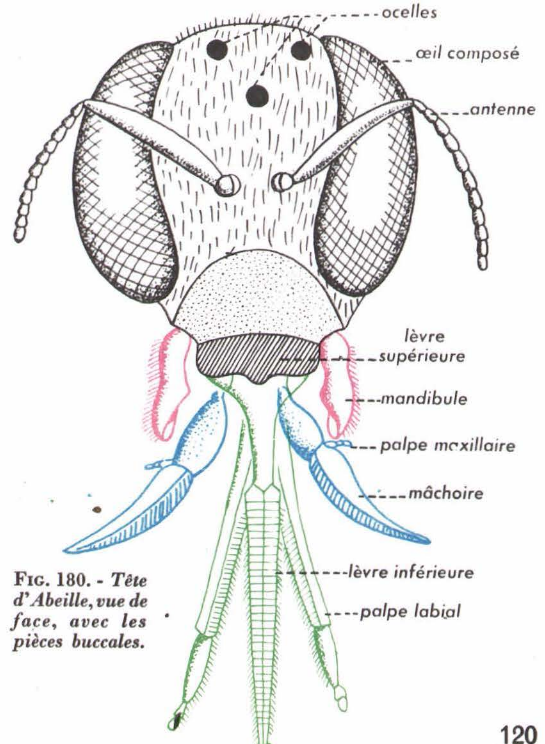


Fig. 180. - *Tête d'Abeille, vue de face, avec les pièces buccales.*

b) **Le thorax.** Comme chez tous les insectes, il est formé de **trois segments.** Seul le second, très développé, se voit nettement. Sur chaque anneau s'attache **une paire de pattes locomotrices ;** le second et le troisième anneau portent chacun une paire d'**ailes membraneuses.**

Ces ailes (fig. 178) sont minces et transparentes, avec des nervures bien visibles délimitant des compartiments de forme caractéristique. Les ailes postérieures sont plus réduites que les ailes antérieures. Les deux paires d'ailes sont reliées l'une à l'autre par de nombreux petits crochets chitineux situés sur le bord antérieur de la seconde paire d'ailes. Le bord postérieur de la première paire porte une gouttière dans laquelle viennent se placer les crochets. Pendant le vol, les deux paires d'ailes battent en même temps et fonctionnent comme une aile unique. Les battements se font à une cadence très élevée : jusqu'à 500 par seconde. Ces ailes sont actionnées par des muscles thoraciques puissants. Cet ensemble de caractères montre une adaptation au vol très perfectionnée.

Les pattes présentent les articles communs à tous les Insectes : **hanche,**

trochanter, fémur (cuisse), **tibia** (jambe) et **tarse.** Le tarse est formé de cinq articles dont le dernier porte **deux griffes** et **une petite ventouse adhésive** permettant la progression sur des surfaces lisses. L'étude de la troisième paire de pattes est particulièrement intéressante ; le tibia présente sur sa face externe une petite dépression, appelée **corbeille,** où sont emmagasinés les grains de pollen récoltés et agglomérés entre eux en une petite boule bien visible sur les ouvrières qui rentrent à la ruche. Cette boulette est maintenue dans la corbeille par des poils chitineux raides et recourbés qui forment le **rateau.** Le premier article du tarse, plus développé que les autres, présente sur sa face interne huit à dix rangées régulières de poils raides dont l'ensemble est appelé **brosse,** car ils servent à brosser les étamines ou le corps de l'Abeille pour recueillir les grains de pollen. La patte postérieure de l'Abeille est donc adaptée à la récolte et au transport du pollen. D'autre part, le premier article du tarse, en s'articulant avec la jambe, forme une **pince** servant surtout à saisir sur l'abdomen les lamelles de cire sécrétées par l'Abeille.

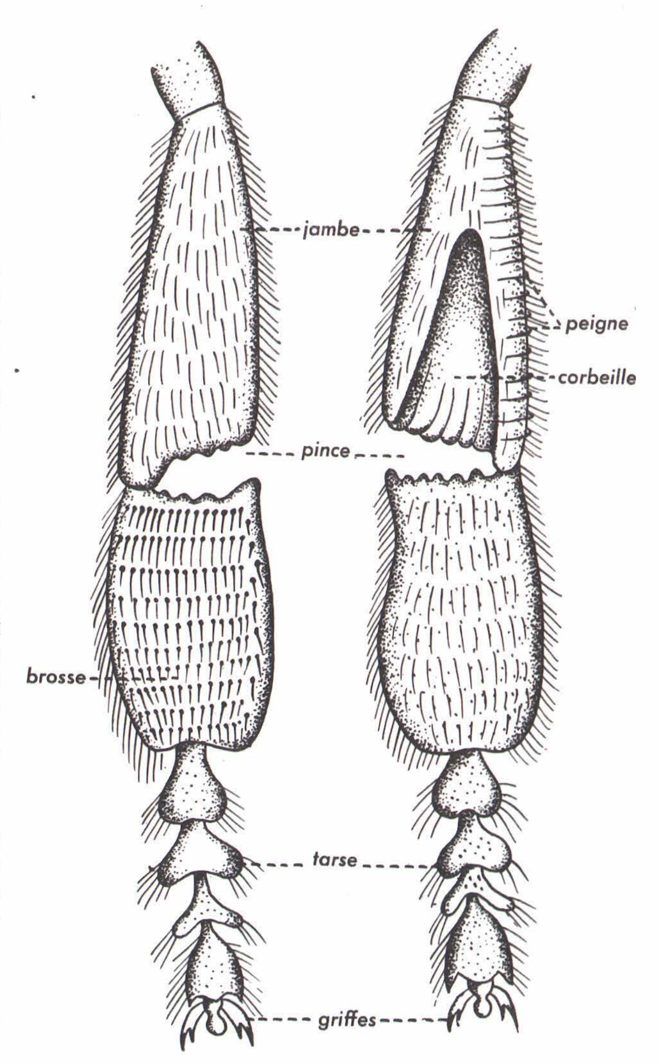


FIG. 181. - *Extrémité d'une patte postérieure d'Abeille; à gauche, face interne; à droite, face externe.*

c) **L'abdomen** (fig. 179). L'abdomen est formé de onze anneaux, mais seuls les sept premiers sont visibles, les quatre derniers étant cachés dans la partie terminale de l'abdomen où se trouve le cloaque. L'abdomen est dit « pédonculé » ; en effet, son premier segment, soudé au thorax et faisant corps avec lui, s'effile vers l'arrière et s'articule avec le deuxième anneau abdominal par une partie amincie qui constitue le **pédoncule** (fig. 179). L'abdomen se termine par un **aiguillon,** partie externe d'un appareil venimeux qui n'existe que chez l'ouvrière et la reine.

d) **Dissection et étude des pièces buccales** (fig. 182). On retrouve, avec des formes différentes, les mêmes pièces que chez le Criquet : lèvre supérieure, mandibules, mâchoires et lèvre inférieure :

— **La lèvre supérieure** est peu développée.
— **Les deux mandibules,** chitineuses, dures et solides, à bord lisse, servent à la récolte du pollen, au pétrissage de la cire et à la construction des alvéoles.
— **Les deux mâchoires,** très allongées, sont constituées par deux articles ; l'article basal est une pièce ovale solide tandis que l'article terminal forme une lame allongée. Chaque mâchoire est pourvue d'un court **palpe maxillaire.**
— **La lèvre inférieure,** protégée par les mâchoires, forme **une langue allongée** et **flexible** servant à lécher le nectar ; elle est garnie de nombreuses soies chitineuses et son extrémité présente une sorte de petite cuiller. Les **palpes labiaux,** très allongés, constituent une gaine qui entoure la langue ; l'ensemble mâchoires-palpes labiaux forme un tube servant à l'aspiration du nectar.

Les pièces buccales de l'Abeille, bien adaptées à la récolte du nectar, constituent un **appareil buccal du type lécheur.**

e) **Étude de l'appareil venimeux** (fig. 183 et 184). Pour étudier l'appareil venimeux, on arrache avec une pince fine l'armature génitale formée par les derniers anneaux de l'abdomen ; les organes internes sont entraînés avec l'aiguillon. On étale le tout sur une lame de verre dans une goutte d'eau ; l'observation se fait à la loupe binoculaire ou au microscope. L'ensemble de cet appareil est constitué par :

— **Trois glandes à venin** réunies par des canaux excréteurs.

— **Un système inoculateur** formé par un aiguillon lui-même formé par un gorgeret et deux stylets. Le gorgeret présente une gouttière pourvue de deux saillies parallèles formant deux rails sur lesquels glissent les stylets ; ces derniers sont

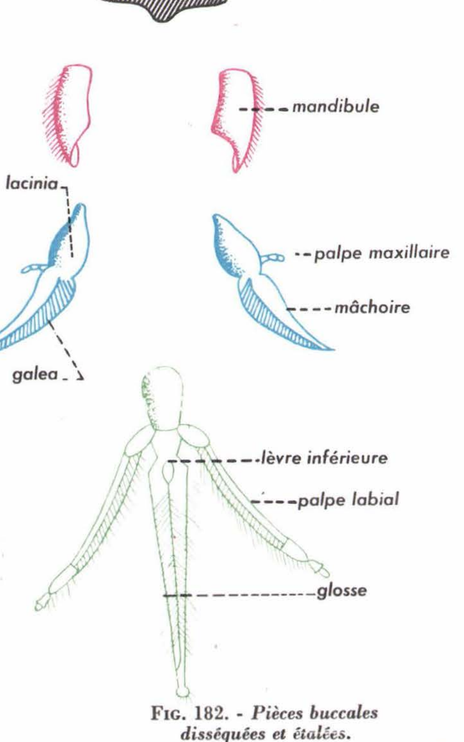


Fig. 182. - *Pièces buccales disséquées et étalées.*

ovaires
oviducte
glande basique
canaux des glandes acides
spermatèque
vagin
glande de la spermatèque
réservoir
glandes acides
aiguillon

Fig. 183. - *Appareil reproducteur et appareil venimeux de la reine.*

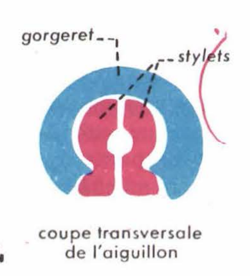


Fig. 184. - *Coupe transversale de l'aiguillon.*

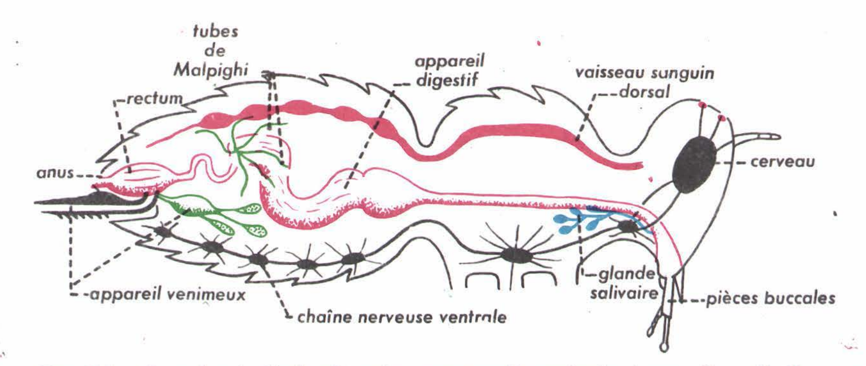


FIG. 185. - *Coupe longitudinale schématique montrant l'organisation interne d'une Abeille ouvrière.*

pourvus, sur une bonne partie de leur longueur, d'épines courtes qui fixent l'aiguillon dans la peau après la piqûre. L'aiguillon reste fiché dans la peau et l'Abeille meurt à la suite de cette amputation.

Anatomie interne d'une ouvrière (fig. 185 et 186)

Une dissection fine montrerait :

— **Un appareil digestif** constitué comme celui du Criquet.

— **Un appareil excréteur** formé de **tubes de Malpighi** aboutissant dans le tube digestif à la limite de l'intestin moyen et de l'intestin postérieur.

— **Un appareil respiratoire** comprenant de **fines trachées** ramifiées et des **sacs aériens.**

— **Une chaîne nerveuse ventrale.**

La reine et le faux bourdon (fig. 187)

La reine se distingue des ouvrières par un abdomen plus allongé et des ailes plus courtes. L'aiguillon est plus long et plus recourbé. L'appareil génital est semblable à celui du Criquet femelle (fig. 172).

Le mâle, ou faux bourdon, est plus velu et plus foncé ; sa tête porte une paire d'yeux composés, très volumineux, qui se rejoignent presque sur la ligne médiane de la tête. Ses antennes ont treize articles. Il ne possède pas d'aiguillon venimeux. Son appareil génital est semblable à celui du Criquet mâle.

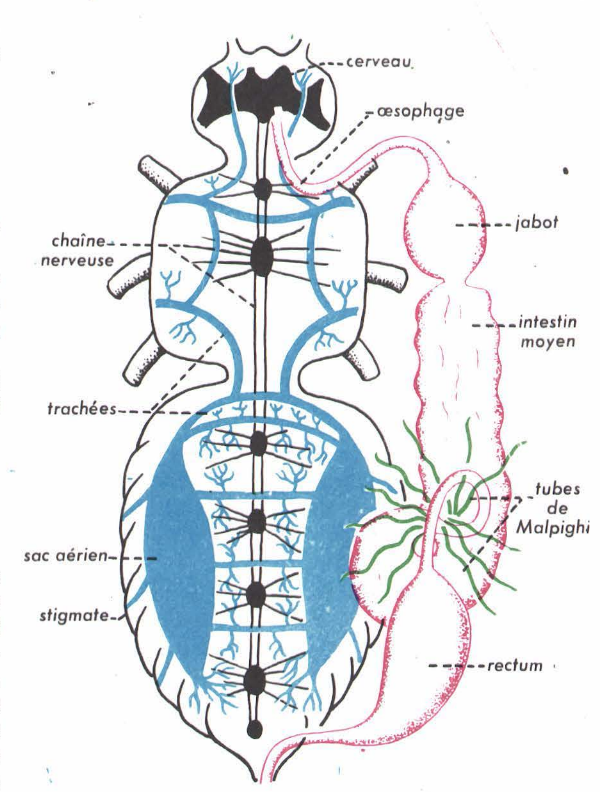


FIG. 186. - *Appareil digestif, appareil respiratoire et système nerveux de l'Abeille (schématique).*

2° BIOLOGIE DES ABEILLES

En ce qui concerne la biologie générale des Insectes (sensibilité, digestion, respiration, circulation, etc...) on se reportera à ce qui a été signalé au sujet du Criquet. Cependant, l'Abeille, Insecte social, présente dans sa vie au sein de la ruche et dans sa reproduction, des caractères très particuliers qu'il convient d'étudier.

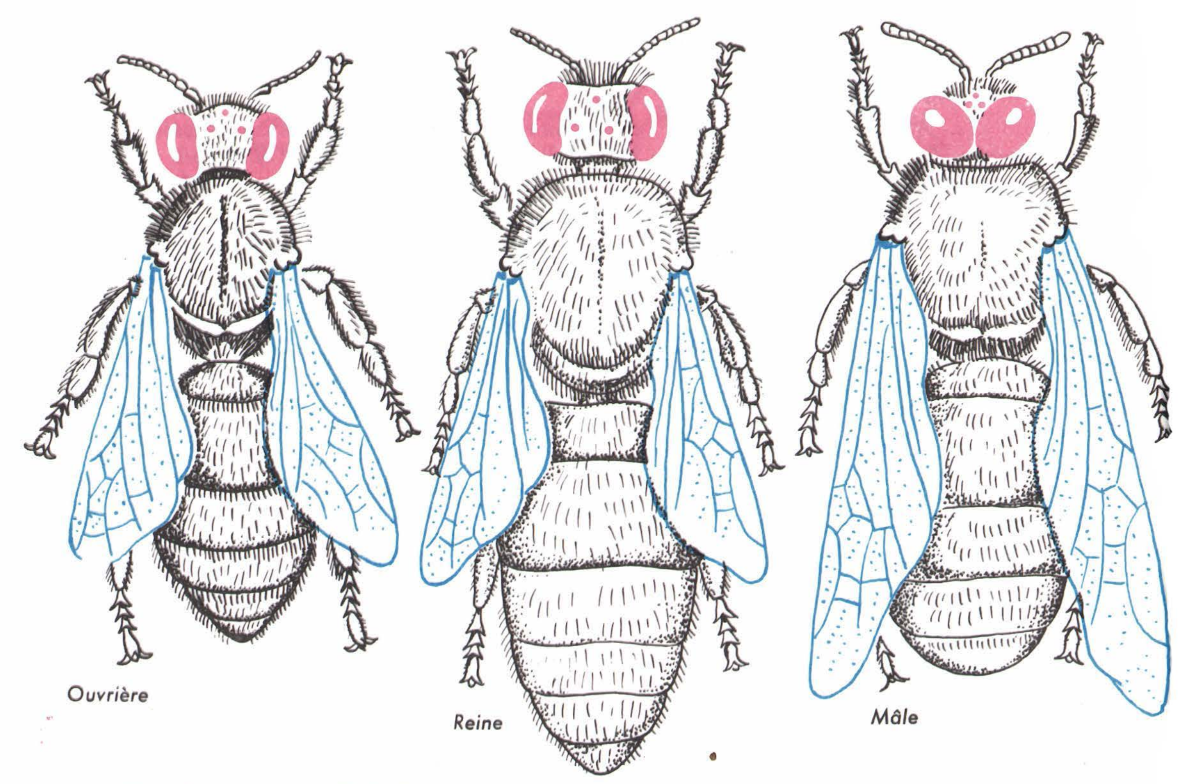


Fig. 187. - *Les trois sortes d'Abeilles.*

Nous connaissons déjà les trois types d'individus qui habitent dans la ruche ; quel est le comportement de chacun d'eux ? Ce sont les travaux d'un grand savant contemporain, von Frisch (1) qui vont nous permettre de répondre à cette question.

Les Abeilles ouvrières Les ouvrières sont des Insectes stériles (appareil reproducteur femelle atrophié). Elles ne vivent que quelques semaines, mais accomplissent dans la ruche des travaux qui varient avec leur âge. Suivons une ouvrière dans ses différentes tâches.

a) **De sa sortie de l'alvéole au 3e jour,** l'ouvrière nettoie la ruche **(nettoyeuse),** rejetant à l'extérieur les cadavres des abeilles mortes ou des petits animaux qui, ayant réussi à s'introduire dans la ruche, ont été tués par les gardiennes. Vers la fin de cette première période, elle devient **ventileuse.** Les ventileuses, grâce à des battements d'ailes particuliers, assurent le renouvellement de l'air à l'intérieur de la ruche.

b) **Du 3e au 10e jour** elle est **nourrice.** Au début, elle alimente uniquement les larves âgées d'ouvrières et de mâles, à l'aide de miel et de pollen. Puis, vers le sixième jour, elle commence à s'occuper des jeunes larves. Ces dernières sont incapables de digérer le pollen, mais chez la nourrice, deux paires de glandes sécrètent maintenant une substance, la gelée royale, qui se déverse dans la bouche. La gelée royale est distribuée à toutes les larves pendant les trois premiers jours de leur existence. Après le troisième jour, seules les larves des alvéoles royaux reçoivent cette gelée : en effet, cette nourriture permet le développement des organes génitaux femelles.

c) **Du 11e au 17e jour,** elle sera **magasinière,** puis **cirière.** Elle entrepose le miel et le pollen apportés par les butineuses dans des alvéoles différents, puis les ferme. La cire est sécrétée par quatre paires de glandes abdominales situées sous la membrane articulaire souple des

(1) Lire « Vie et mœurs des Abeilles », par von Frisch (Albin Michel, éditeur).

anneaux 3, 4, 5, 6. La cire apparaît entre ces anneaux sous forme de lamelles blanches que l'Abeille saisit avec les pinces de ses pattes postérieures. Cette cire, malaxée par les mandibules, sert à construire les rayons.

Ces rayons sont formés par deux couches d'alvéoles opposés par leurs bases et s'emboîtant exactement de la façon la plus économique pour l'utilisation de la cire. Les alvéoles sont construits par deux équipes d'Abeilles qui travaillent sur les deux faces. Le résultat de leur travail de construction est géométriquement parfait. Dans les ruches modernes, on facilite le travail des cirières en leur fournissant des plaques de cire où les bases des alvéoles sont imprimées en relief; les Abeilles élèvent sur ces bases les parois des alvéoles. Ces derniers sont de trois sortes :

— De très nombreux **petits alvéoles hexagonaux** où sont élevées les larves qui donneront les ouvrières, et où sont stockés le miel et le pollen.

— De **grands alvéoles hexagonaux** où sont élevées les larves qui donneront les mâles, ou faux bourdons.

— Quelques alvéoles de forme très particulière, plus volumineux, allongés et coniques, appelés **loges royales ;** ils sont remplis d'une substance nutritive particulière, la gelée royale. C'est là que seront placées les larves qui donneront les reines (voir plus loin).

Vers la fin de cette période, l'ouvrière effectue ses premiers vols hors de la ruche.

d) **Du 18ᵉ au 20ᵉ jour,** l'Abeille est **gardienne** à l'entrée de la ruche, s'opposant à la pénétration d'insectes avides de miel, et chassant les Abeilles étrangères à la colonie.

e) Enfin, **à partir du 21ᵉ jour,** l'ouvrière devient la **butineuse** que nous voyons inlassablement voler de fleur en fleur pour récolter le pollen et le nectar. Le nectar est stocké dans le jabot et régurgité, au retour dans la ruche, à l'intérieur de certains petits alvéoles hexagonaux. Dans l'air chaud de la ruche, le nectar, substance liquide, subit une évaporation et se transforme progressivement en miel, de consistance plus épaisse.

La quantité de nectar puisée dans chaque fleur est minime, et l'on a évalué de 1 000 à 1 500 le nombre de fleurs que l'insecte devait visiter pour remplir son jabot.

Toutes les Abeilles qui reviennent à la ruche portent, accrochée à chaque patte postérieure, une petite boule jaune faite de grains de pollen agglomérés. Le pollen servira de nourriture aux Abeilles ; il leur apporte surtout les éléments protidiques, lipidiques, ainsi que des vitamines, alors que le miel, lui, est composé en majeure partie de glucides. La nourriture des larves est, comme nous l'avons vu, constituée par un mélange de pollen, de nectar et de miel.

Des observations ont montré une spécialisation des butineuses dans la visite des fleurs. En effet, pendant plusieurs jours une butineuse ne visite qu'une seule espèce de fleur sans se soucier des autres. Cette spécialisation entraîne une économie importante de temps pendant les opérations de butinage, les mêmes mouvements se répétant d'une fleur à l'autre : la spécialisation dans le travail s'accompagne d'une plus grande efficacité. L'expérience a montré que l'Abeille reconnaît les fleurs d'une même espèce à leur odeur ; elle paraît douée d'une très grande acuité olfactive, étant capable de reconnaître un parfum donné à une très grande dilution. Il semble que le siège de l'olfaction se situe sur les antennes, car les Abeilles privées de ces organes deviennent incapables de reconnaître les odeurs.

Les Abeilles distinguent bien certaines couleurs, par exemple le bleu du jaune, et seraient sensibles aux radiations ultra-violettes qui n'impressionnent pas la rétine humaine. Des expériences semblent démontrer que l'œil de l'Abeille est sensible aux radiations orangées, jaunes, vertes, bleues, violettes et ultra-violettes ; par contre, il serait insensible aux radiations rouges.

Le sens de l'orientation est particulièrement bien développé. Les premières fois que l'Abeille ouvrière sort de la ruche, elle procède à des vols d'orientation de plus en plus longs qui peuvent l'entraîner jusqu'à plusieurs kilomètres de la ruche, et cela dans toutes les directions. Transportée dans une boîte à une distance plus considérable, elle est incapable de retrouver sa ruche. L'Abeille ne possède donc pas un don inné de l'orientation. Il arrive même fréquemment qu'au retour d'une sortie éloignée des Abeilles se trompent de ruche. Cette erreur, de peu d'importance lorsqu'il s'agit de quelques ouvrières, peut devenir néfaste pour la communauté lorsqu'elle est commise par une reine au retour du vol nuptial : la reine est alors tuée par les ouvrières de la ruche étrangère. Les apiculteurs aident d'ailleurs les Abeilles à retrouver leur demeure en peignant les ruches de couleurs différentes.

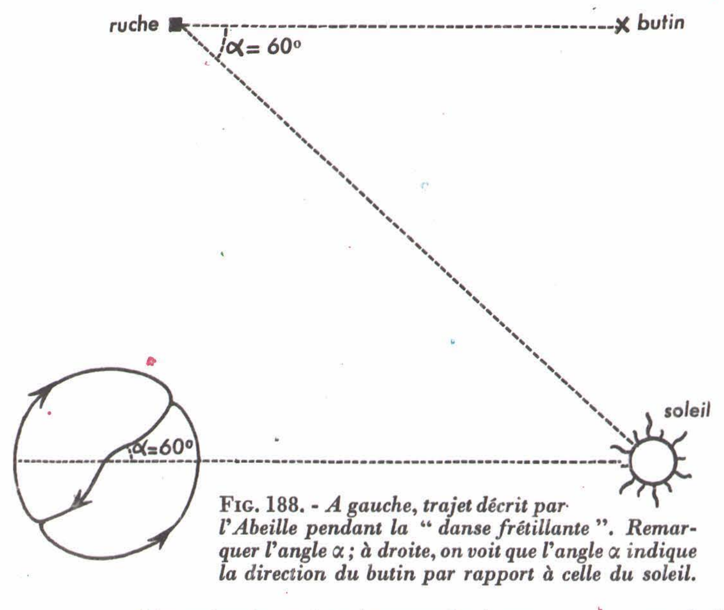


Fig. 188. - *A gauche, trajet décrit par l'Abeille pendant la " danse frétillante ". Remarquer l'angle α ; à droite, on voit que l'angle α indique la direction du butin par rapport à celle du soleil.*

Lorsqu'une Abeille a trouvé au cours d'une sortie une nourriture convenable, un champ de fleurs riches en nectar par exemple, elle remplit son jabot, retourne à la ruche et avertit les autres ouvrières qui arrivent sans hésitation à l'endroit précis où se trouvent les fleurs nectarifères. Quel est le mécanisme de cette transmission de renseignement entre Abeilles ? L'Abeille découvreuse entreprend sur les rayons de la ruche une « danse » caractéristique en tournant plusieurs fois sur elle-même, décrivant des cercles étroits. Cette danse se communique aux Abeilles voisines. Elle sert manifestement à mettre les autres Abeilles au courant de la découverte ; il semble que ce soit l'odeur particulière de la fleur découverte, odeur dont l'Abeille est imprégnée, qui se transmette à ses compagnes. Celles-ci partent à la recherche des fleurs présentant la même odeur. Des observations ont prouvé que ces danses ne transmettent pas seulement l'annonce d'une nourriture abondante, mais aussi la **distance** et la **direction** du gisement. L'Abeille découvreuse décrit, au cours de sa danse, des demi-cercles juxtaposés, un à droite, un à gauche (fig. 188). La rapidité avec laquelle ces demi-cercles sont décrits, et en particulier la partie rectiligne commune à ces deux demi-cercles, dépend de la distance à parcourir :

pour	100	mètres	10	fois	en 15	secondes
—	1 000	—	5	—	— —	—
—	5 000	—	2	—	— —	—
—	10 000	—	1	—	— —	—

Comme on le voit les demi-cercles sont parcourus d'autant plus lentement que le gisement est plus éloigné. D'autre part, la direction de la nourriture est aussi précisée au cours de cette danse. Pour gagner l'endroit de la récolte, l'Abeille effectue le trajet en suivant une ligne droite qui fait avec la direction du soleil un certain angle, par exemple 60°. Dans la ruche, la partie rectiligne de la danse forme le même angle avec la direction du soleil (fig. 188). Les butineuses sont donc renseignées avec précision sur la distance et sur la direction du lieu de la récolte.

Les mâles ou faux bourdons Les mâles ne sont pas plus de quelques centaines dans la ruche. Un seul d'entre eux est destiné à féconder la reine au cours du vol nuptial. En dehors de leur rôle dans la fécondation, ils ne sont d'aucune utilité dans la vie laborieuse de la ruche ; aussi, quand vient la mauvaise saison, sont-ils tués par les ouvrières et leurs cadavres rejetés hors de la ruche.

La reine Au cours du « vol nuptial » accompli au début de son existence, elle a été fécondée définitivement par un faux bourdon, et il s'est accumulé dans son réceptacle séminal une provision de spermatozoïdes qu'elle utilisera au cours de toute son existence. Après le vol, son rôle consiste à pondre des œufs. Elle se déplace à la surface des rayons et pond un œuf par alvéole (1). Certains œufs sont fécondés, d'autres ne le sont pas. Les œufs fécondés auront deux destinées différentes suivant qu'ils seront pondus dans les petits alvéoles hexagonaux ou dans les loges royales. Les larves issues des premiers, c'est-à-dire la presque totalité de la ponte, seront alimentées avec une nourriture qui, si elle est de qualité convenable pour assurer l'évolution normale de la larve jusqu'à l'insecte parfait, ne permet pas le développement de l'appareil génital femelle qui restera atrophié. Ces femelles stériles seront des ouvrières.

(1) Pendant la belle saison la reine pond un œuf chaque minute...

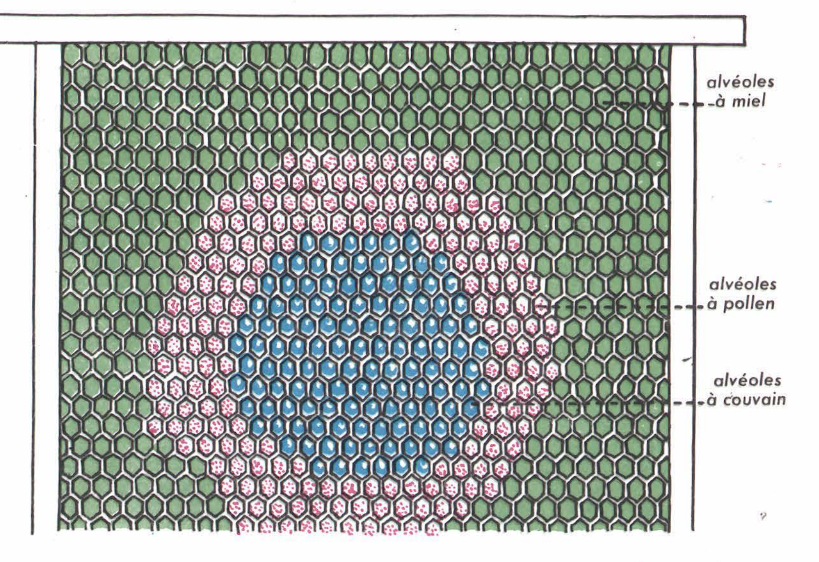


FIG. 189. - *Rayon à couvain.*

Les larves issues des œufs pondus dans les loges royales recevront une nourriture spéciale, la **gelée royale,** qui permettra le développement normal des glandes génitales femelles. Ces larves donneront donc des femelles fécondes : les reines. Un même œuf peut donc donner naissance soit à une ouvrière, soit à une reine, suivant l'alimentation que reçoit la larve qui en est issue.

Avant l'éclosion des jeunes reines, la vieille reine, qui est à l'origine de la ruche, s'envole suivie d'un certain nombre d'ouvrières et va fonder une nouvelle communauté : c'est **l'essaimage.** La première reine née s'empresse de tuer les autres. Il ne reste donc qu'une seule reine dans la ruche.

Les œufs non fécondés sont pondus dans les grands alvéoles hexagonaux : ils donneront les mâles. Le développement d'un œuf sans fécondation porte le nom de **parthénogénèse** et les œufs qui donnent naissance à ces mâles sont des **œufs parthénogénétiques.**

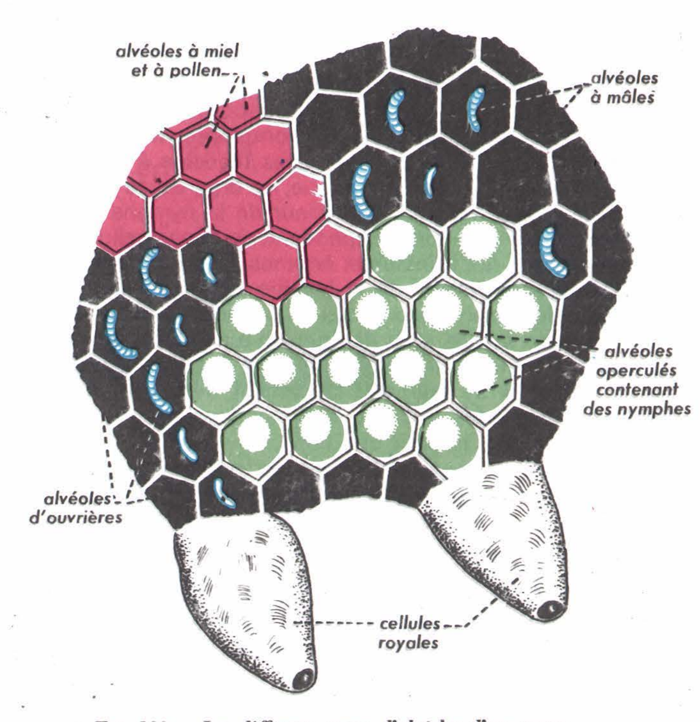


FIG. 190. - *Les différents types d'alvéoles d'un rayon.*

Développement Au bout de trois ou quatre jours, les œufs donnent naissance à une petite larve de type vermiforme ; en effet, cette larve ressemble à un tout petit asticot. Elle est dépourvue d'yeux et de pattes. En moins d'une semaine ces larves, abondamment nourries, effectuent leur développement ; en six jours le poids de la larve atteint 500 fois celui de l'œuf, ce qui met bien en évidence le pouvoir nutritif très élevé des aliments distribués. Pendant la durée de son développement

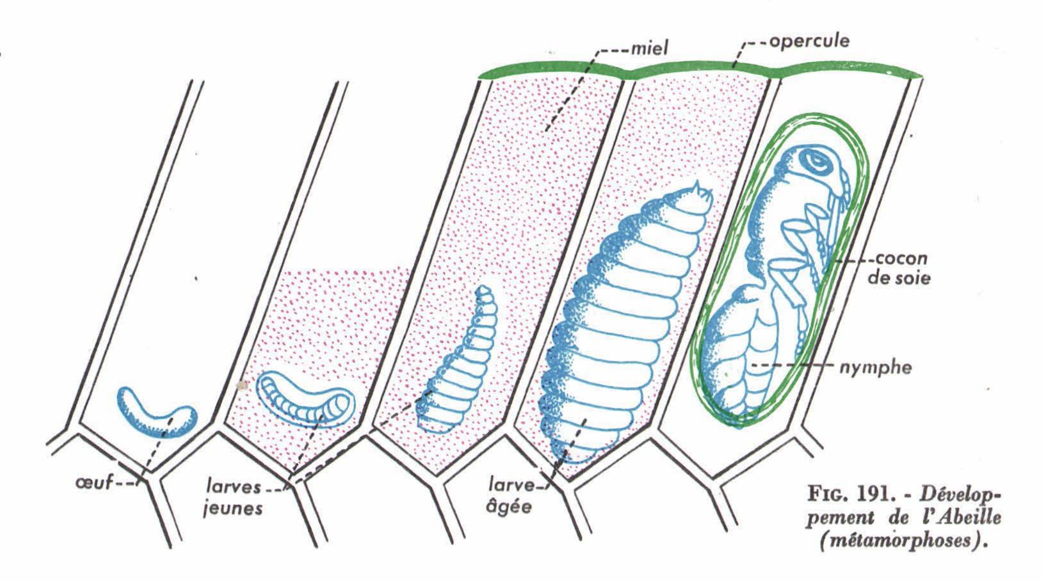


Fig. 191. - *Développement de l'Abeille (métamorphoses).*

dans l'alvéole, chaque larve reçoit deux à trois mille visites de l'ouvrière éleveuse, si bien que chaque éleveuse ne peut s'occuper que de deux ou trois larves.

Quand le développement de la larve est achevé, les éleveuses obturent chaque alvéole par un opercule de cire (alvéoles operculés). La larve devient alors immobile puis s'enferme dans un cocon de soie et se transforme en **nymphe.** En raison de l'existence de cette nymphe immobile, les Abeilles sont appelées **Insectes à métamorphoses complètes.** A l'intérieur du revêtement chitineux de la nymphe, les organes de la larve disparaissent peu à peu ; les cellules meurent et se liquéfient. L'intérieur de la nymphe est alors rempli d'une bouillie blanchâtre formée d'éléments morts. Cependant, certaines cellules persistent, groupées en petites masses réparties dans les principaux organes ; elles échappent à la destruction. Elles vont se multiplier en se nourrissant de la bouillie organique qui les entoure et engendrer des tissus qui formeront les nouveaux organes de l'insecte adulte. Il n'y a donc pas transformation progressive de la larve en adulte, mais destruction à peu près complète de la larve, et formation d'un nouvel organisme pendant le stade nymphal. Les Insectes à métamorphoses complètes présentent donc au cours de leur développement **deux organismes successifs.** Malgré ces métamorphoses importantes, la durée totale du développement n'est que de 21 jours pour une ouvrière, 24 pour un mâle, 15 pour une reine.

Il y a renouvellement continu des ouvrières dont le travail est intense et la vie courte (4 à 5 semaines, sauf pour celles qui éclosent à l'automne et qui hibernent jusqu'au printemps). Mais, si le nombre des ouvrières devient trop élevé et n'est plus en rapport avec le volume de la ruche ou avec l'abondance de la nourriture, il se produit alors un **essaimage.**

Quand la reine devient trop vieille et a épuisé sa provision de spermatozoïdes, elle ne pond plus que des œufs non fécondés, donc parthénogénétiques, qui donneront uniquement des faux bourdons : la ruche devient « bourdonnante ». Si la reine n'est pas remplacée, la ruche dépérit par disparition progressive des ouvrières.

3° PLACE DE L'ABEILLE DANS LE RÈGNE ANIMAL

Comme le Criquet et pour les mêmes raisons, l'Abeille appartient à la classe des **INSECTES**, mais c'est un Insecte à métamorphoses complètes (présence d'une nymphe au cours de son développement). Elle appartient à l'ordre des **HYMÉNOPTÈRES**, Insectes pourvus de deux paires d'ailes membraneuses à nervures peu nombreuses ; ses pièces buccales sont du type lécheur.

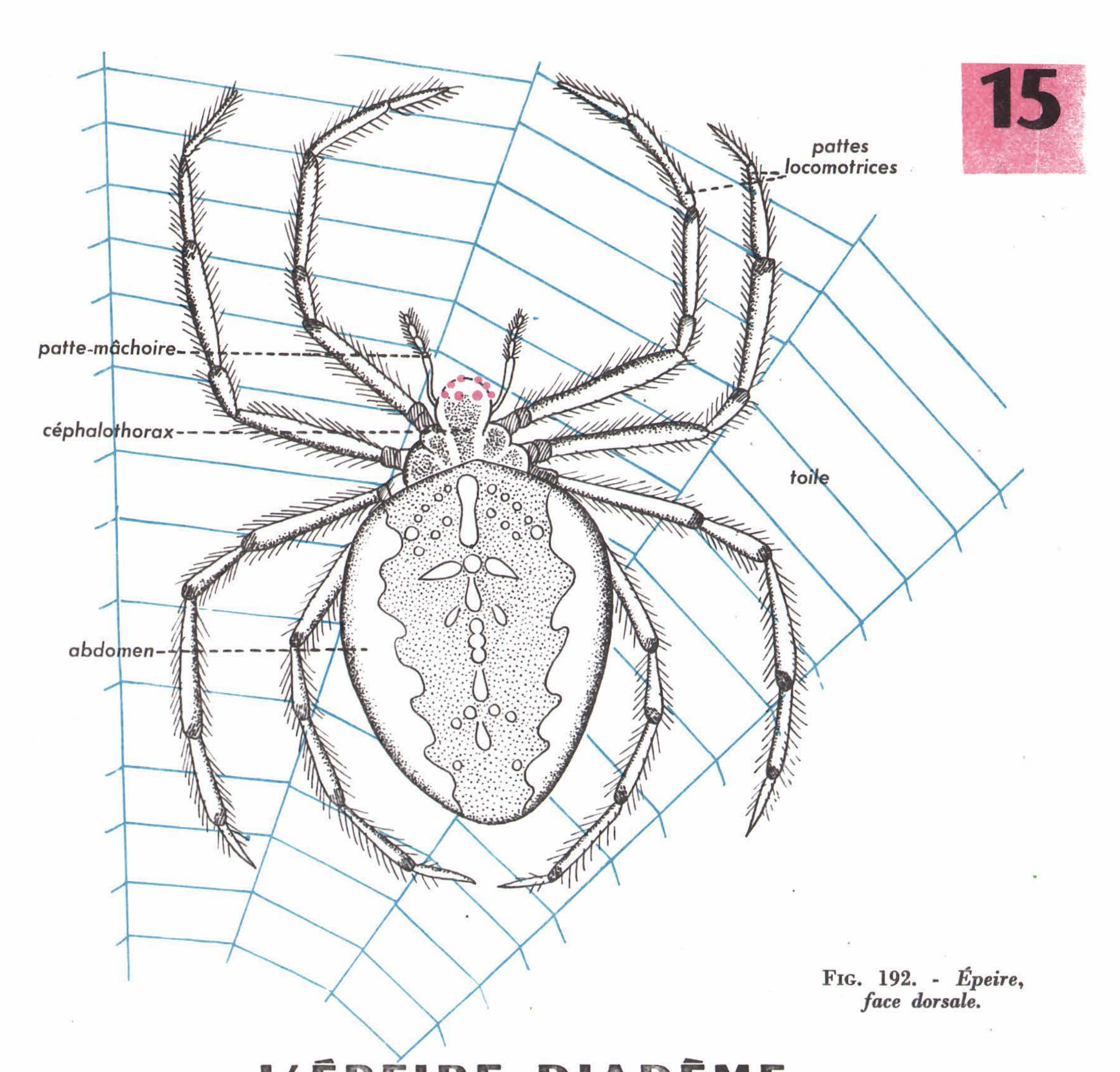


Fig. 192. - *Épeire, face dorsale.*

L'ÉPEIRE DIADÈME
ou
ÉPEIRE DES JARDINS

L'Épeire diadème est une Araignée très commune dans les jardins. Elle tisse sa toile à une assez grande distance du sol, entre les rameaux des arbres ou des arbustes. Elle est caractérisée par la présence, sur la face dorsale de l'abdomen, d'une croix formée de taches blanches sur fond jaune-brun très sombre.

1° DESCRIPTION ET STRUCTURE

Anatomie externe L'Épeire, épinglée sur une plaque de liège, est étudiée à la loupe binoculaire.

Le corps se divise en deux parties non segmentées, le céphalothorax et l'abdomen qui sont reliés entre eux par un mince pédoncule (fig. 192).

A. - **Étude du céphalothorax** (fig. 196). Le céphalothorax est protégé par un revêtement de chitine dure. On peut distinguer une partie céphalique et une partie thoracique séparées l'une de l'autre par un petit sillon latéral.

Sur la partie céphalique, on observe :

— En avant, **8 yeux simples, ou ocelles,** disposés en trois groupes : un groupe médian de deux yeux et deux groupes latéraux de trois yeux (fig. 194).

— Tout à fait à l'avant, **une paire d'appendices venimeux, les chélicères,** formés de deux articles ; un segment de base, appelé tige, porte un crochet en forme de griffe qui peut se rabattre sur la tige où il vient se loger dans une rainure. Ce crochet injecte le venin produit par une glande logée dans le céphalothorax. On peut mieux étudier ces chélicères en les arrachant avec une pince fine ; on entraîne quelquefois en même temps la glande venimeuse, et l'on peut alors observer l'ensemble dans une goutte d'eau sous le microscope (fig. 193).

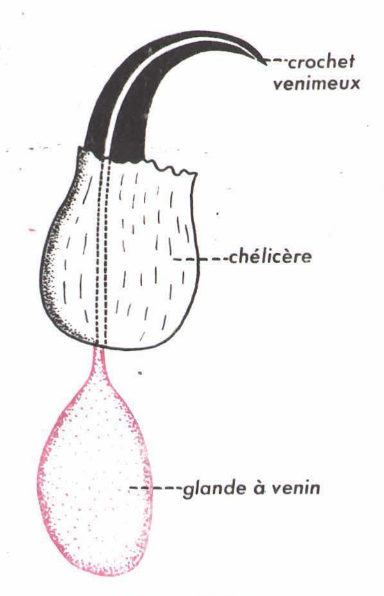


FIG. 193. - *Chélicère.*

— Des appendices plus longs, les **pattes-mâchoires** appelées aussi palpes maxillaires, encadrent la bouche (fig. 195). Chacun a la forme d'une petite patte et possède hanche, trochanter, cuisse, genou, jambe et tarse à deux articles. Les articles basilaires (hanches) jouent un rôle masticateur. L'étude détaillée de ces appendices révèle un dimorphisme sexuel. Chez le mâle, la patte-mâchoire présente un **bulbe copulateur** fixé sur le tarse et dont nous verrons le rôle en étudiant la reproduction (fig. 200).

La partie thoracique porte **quatre paires de pattes locomotrices** longues, grêles, où l'on distingue les segments suivants : hanche, trochanter, cuisse, genou, jambe, tarse (fig. 196). Le dernier segment est pourvu à son extrémité de trois griffes dentées accompagnées de poils chitineux raides servant à carder la soie (fig. 198).

B. - **Étude de l'abdomen** (fig. 196). L'abdomen est recouvert d'une chitine molle et n'est pas segmenté ; mais l'examen de l'abdomen des embryons et de celui de certaines Araignées

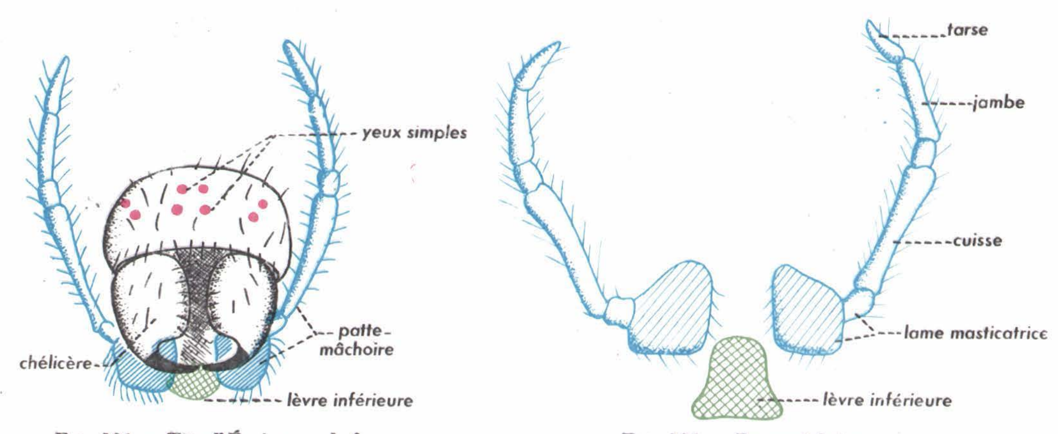


FIG. 194. - *Tête d'Épeire vue de face.*

FIG. 195. - *Patte-mâchoire.*

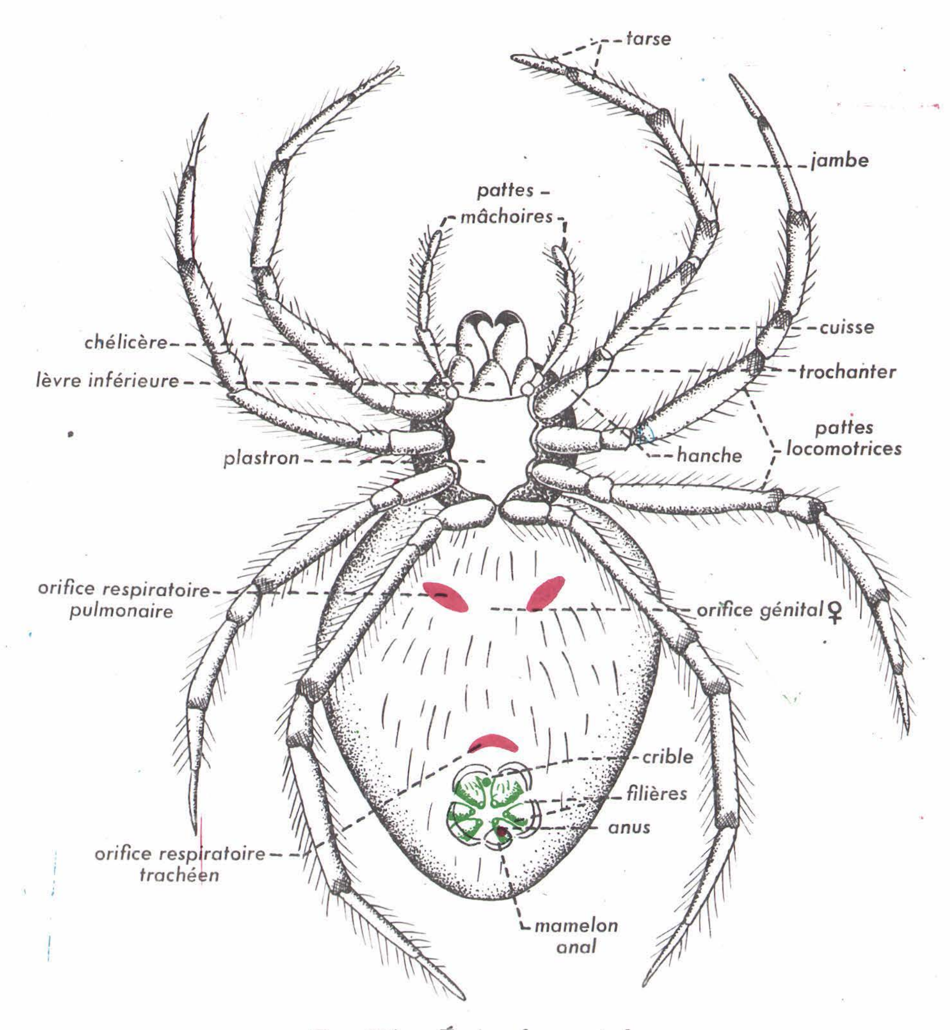


FIG. 196. - *Épeire, face ventrale.*

exotiques montre qu'il existe en réalité 12 segments, totalement effacés chez l'Épeire adulte.

Sur la face ventrale de cet abdomen, on peut observer d'avant en arrière :

— **L'orifice génital** situé sur la ligne médiane du corps. L'orifice femelle se distingue de l'orifice mâle par la présence d'un clapet (les sexes sont séparés).

— **Une paire d'orifices respiratoires pulmonaires.** Chaque orifice donne accès dans une **cavité respiratoire pulmonaire** renfermant des lamelles où circule le sang qui se trouve ainsi étalé sur une grande surface, condition favorable pour les échanges gazeux avec l'air.

— Plus bas, sur la ligne médiane du corps, **un orifice respiratoire trachéen** donnant accès dans une cavité d'où partent des **trachées** qui se ramifient dans tout le corps.

Près de la pointe de l'abdomen, un groupe de **trois paires de filières** en forme de mamelons coniques percés de nombreux trous minuscules. Ces filières émettent à l'extérieur un liquide de consistance visqueuse qui se solidifie à l'air et forme la **soie.**

Enfin, **l'anus** situé sur la ligne médiane du corps en arrière des filières postérieures.

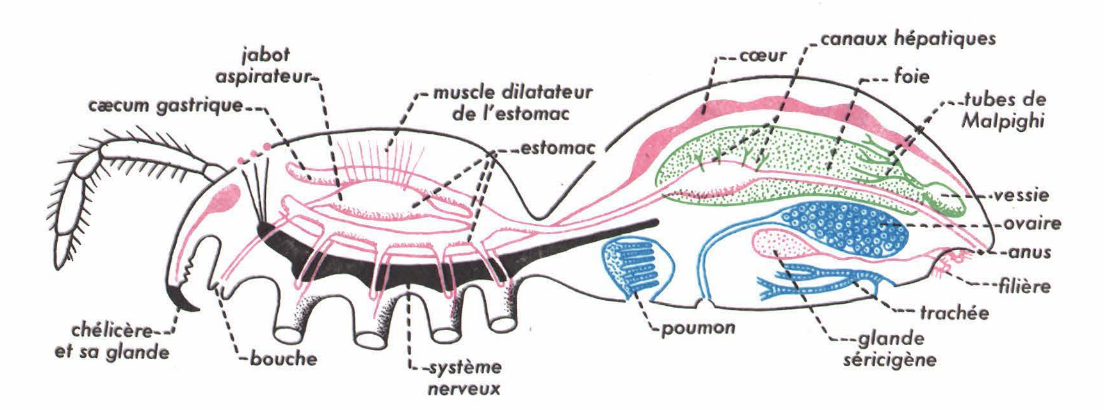


Fig. 197. - *Coupe longitudinale schématique montrant l'organisation interne de l'Épeire.*

Anatomie interne Lorsqu'on ouvre une Araignée en découpant un volet dorsal, on observe :

— **L'appareil circulatoire** formé, comme chez les Insectes, d'un vaisseau dorsal présentant au niveau de l'abdomen des poches contractiles.

— Au-dessous, l'**appareil digestif** comprenant un **œsophage** étroit, un **estomac** présentant deux diverticules dirigés vers l'avant, chaque diverticule portant quatre ou cinq cæcums latéraux qui pénètrent dans les appendices articulés du céphalothorax, un **intestin** présentant un diverticule où débouchent deux tubes de Malpighi, un **foie** volumineux qui occupe une bonne partie de l'abdomen.

— **Les glandes génitales.**

— **Les glandes séricigènes** (qui fabriquent la soie).

— **Le système nerveux** comprenant un **cerveau,** un **collier œsophagien,** une **chaîne ventrale ganglionnaire** où la plupart des ganglions sont soudés en une masse nerveuse située dans le céphalothorax au niveau des pattes locomotrices.

La figure 197 montre la disposition de ces différents organes.

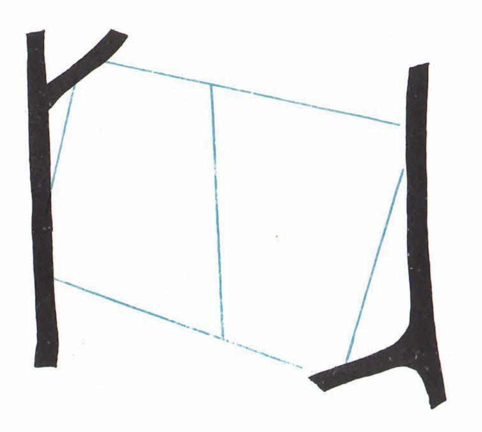
2° BIOLOGIE DE L'ÉPEIRE DIADÈME

Sensibilité Les **ocelles,** ou yeux simples, sont les seuls organes de la vision. Les **organes lyriformes** situés à la base des tarses et des jambes sont considérés comme des organes de l'audition. Ils sont plus faciles à observer chez les jeunes Araignées. Les **palpes maxillaires** sont pourvus de nombreux poils chitineux sensibles (sensibilité générale, goût). Le corps tout entier est recouvert de poils sensibles qui jouent un rôle important dans la sensibilité générale. Des nerfs sensitifs mettent tous ces organes en relation avec le système nerveux.

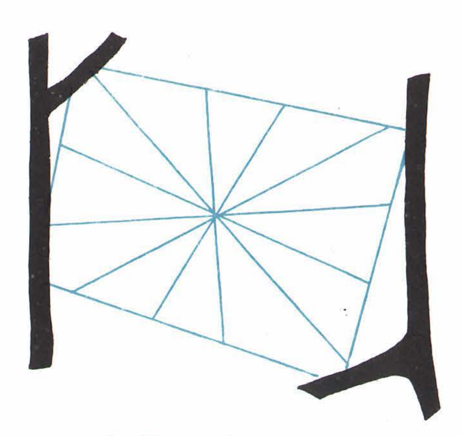
Locomotion Les quatre paires de pattes locomotrices servent à la marche et à la course. Pendant les déplacements, les griffes situées à l'extrémité du dernier article sont relevées de façon à ne pas toucher le sol.

Nutrition A. - **Capture des proies.** L'Araignée se nourrit des Insectes qui viennent s'engluer dans sa toile ; elle est donc essentiellement **carnassière.**

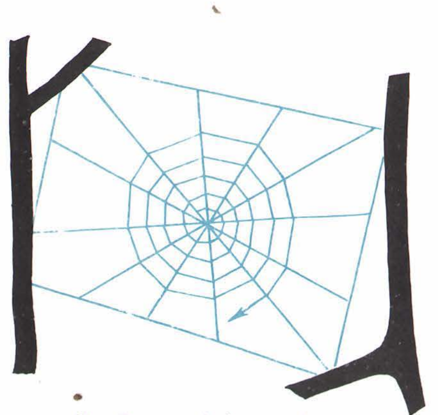
Les fils de la toile (fig. 198) sont produits par les glandes séricigènes. Ces glandes sont nombreuses et l'on pense qu'elles jouent des rôles différents : certaines sécréteraient le fil de la toile, d'autres le fil servant à entortiller les proies, d'autres le fil des cocons. Plusieurs fils très fins sortent simultanément des filières. Ils sont agglutinés et tressés ensemble pour former un câble plus solide ; ce travail est effectué par les griffes en forme de peignes des pattes postérieures.



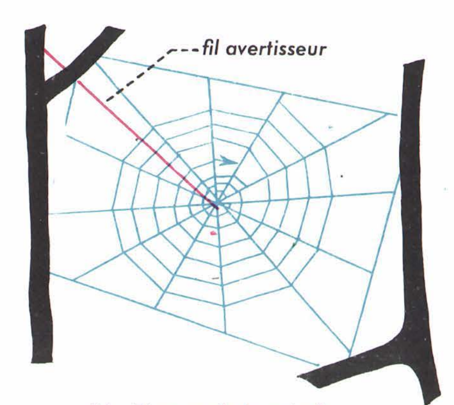
I. - Tissage du cadre



II. - Tissage des rayons



III. - Tissage de la spirale centrifuge à soie sèche



IV. - Tissage de la spirale centripète à soie visqueuse

Fig. 198. - ***Différentes phases du tissage de la toile de l'Épeire.***

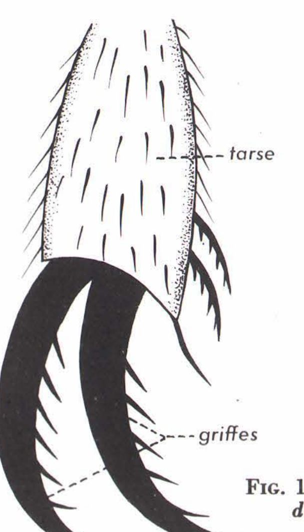


Fig. 199. - ***Extrémité d'une patte.***

La confection de la toile est un travail long et méticuleux. L'Épeire constitue d'abord un cadre à l'aide d'un fil solide attaché plusieurs fois sur le support ; ensuite elle tend sur ce cadre plusieurs fils rayonnants, puis, partant du centre, elle sécrète une spirale centrifuge faite d'une soie résistante et sèche (spirale provisoire). Cet édifice terminé, elle repart de la périphérie en sécrétant une spirale centripète faite d'une soie gluante (spirale définitive). L'Épeire détruit au fur et à mesure la spirale centrifuge, tout en conservant la partie centrale qui restera en place et constituera l'armature solide de la toile. Son travail achevé, l'Araignée va se cacher à proximité de sa toile et reste en relation avec celle-ci par un fil avertisseur.

Dès qu'un Insecte s'est englué dans la toile, l'Épeire s'approche de lui, le ligote dans un fil de soie et le paralyse en lui injectant du venin à l'aide de ses chélicères (fig. 193).

B. - **Absorption et digestion de la nourriture.** La bouche de l'Araignée est dépourvue de pièces buccales proprement dites. A l'aide des articles basilaires des pattes-mâchoires, l'Araignée ouvre le corps de sa proie, applique sa bouche sur l'ouverture, injecte une salive qui liquéfie les organes. Puis, grâce à un jabot musculeux, l'Épeire aspire le contenu liquéfié du corps de l'Insecte. L'œsophage étant très étroit, l'Épeire ne peut absorber que des liquides ou des substances réduites en bouillie. L'Insecte, vidé de son contenu, est ensuite rejeté de la toile.

Les substances absorbées cheminent dans l'estomac et ses nombreuses ramifications, puis pénètrent dans l'intestin où débouchent les canaux hépatiques. Les résidus non digérés sont expulsés par l'anus.

Circulation La circulation ressemble à celle des Insectes : le sang circule de l'arrière vers l'avant dans un vaisseau dorsal à poches contractiles, puis tombe dans des lacunes.

Respiration Comme nous l'avons vu, il existe deux systèmes respiratoires : des poumons décrits plus haut, et des trachées analogues à celles des Insectes.

Excrétion L'appareil excréteur est constitué par deux tubes de Malpighi (voir anatomie interne).

Reproduction Les mâles, généralement plus petits que les femelles, sont reconnaissables aux organes copulateurs qu'ils portent sur les tarses des pattes-mâchoires. Ces organes sont éloignés des organes génitaux, phénomène assez rare dans l'ensemble du règne animal. Chez le mâle, les spermatozoïdes se forment dans deux testicules dont les canaux déférents aboutissent à un orifice unique sur la face ventrale de l'abdomen. La femelle possède deux ovaires soudés en une seule masse. Les ovules cheminent dans deux oviductes qui s'ouvrent à l'extérieur par un orifice commun ayant la même situation que chez le mâle.

Au moment de l'accouplement, le mâle remplit de sperme ses organes copulateurs et féconde la femelle. Chez cette dernière, les spermatozoïdes sont mis en réserve dans un réceptacle séminal, et la fécondation n'a lieu qu'au moment de la ponte après un délai de plusieurs semaines. Le mâle est souvent dévoré par la femelle après l'accouplement. La femelle fécondée tisse, sous une pierre, un cocon de soie dans lequel elle pond ses œufs. Cette ponte a lieu à l'automne et la femelle meurt au début de l'hiver. Au printemps, les œufs éclosent et donnent naissance à de toutes petites Araignées semblables aux adultes. Suspendues à un long fil de soie, elles sont dispersées par le vent. Pendant la belle saison elles grandissent en subissant des **mues.** Très tôt, les minuscules Épeires sont capables de tisser une toile.

3° PLACE DE L'ÉPEIRE DANS LE RÈGNE ANIMAL

Comme les Crustacés et les Insectes précédemment étudiés, l'Épeire possède des **appendices articulés ;** elle appartient donc à **l'embranchement** des **ARTHROPODES.** Tous les Arthropodes qui, comme l'Épeire, possèdent :

— Une paire de chélicères,
— Une paire de pattes-mâchoires,
— Quatre paires de pattes locomotrices,

forment la **classe des ARACHNIDES.**

Le corps de l'Épeire comprenant un céphalothorax et un abdomen reliés entre eux par un fin pédoncule, on la classe dans l'**ordre des ARANÉIDES.**

FIG. 200. - *Patte-mâchoire de l'Épeire mâle.*

LE SCORPION NOIR A QUEUE JAUNE

La classe des Arachnides comprend également l'ordre des Scorpions. Le Scorpion noir à queue jaune (tout le corps est noir sauf le dernier segment de l'abdomen) est commun dans le Midi de la France. On le trouve sous les pierres, dans les trous des murailles, parfois même dans les maisons. Le corps (fig. 201 et 202) se divise en trois parties :

1. - Le **céphalothorax** qui porte 6 ocelles et des appendices articulés :

— **Une paire de chélicères** fonctionnant comme de petites pinces et dépourvus de glandes à venins.

— **Une paire de pattes-mâchoires** très longues, terminées par des pinces volumineuses servant à saisir les proies.

— **Quatre paires de pattes locomotrices.**

2. - Le **préabdomen** formé de 7 anneaux larges et articulés. Le premier anneau porte l'orifice génital ; sur le deuxième anneau se trouve une paire de **peignes,** organes particuliers aux Scorpions dont le rôle n'est pas connu. Sur chacun des anneaux 3-4-5-6, on peut observer une paire de fentes respiratoires donnant accès dans des **poumons** identiques à ceux des Araignées.

3. - Le **postabdomen** comprenant six segments étroits plus mobiles que ceux du préabdomen. Le postabdomen peut se replier vers l'avant en passant par dessus le corps, son extrémité venant alors au niveau de la partie antérieure du céphalothorax. Le dernier segment porte un **appareil venimeux** formé d'une ampoule et d'un aiguillon recourbé. L'ampoule contient deux glandes à venin.

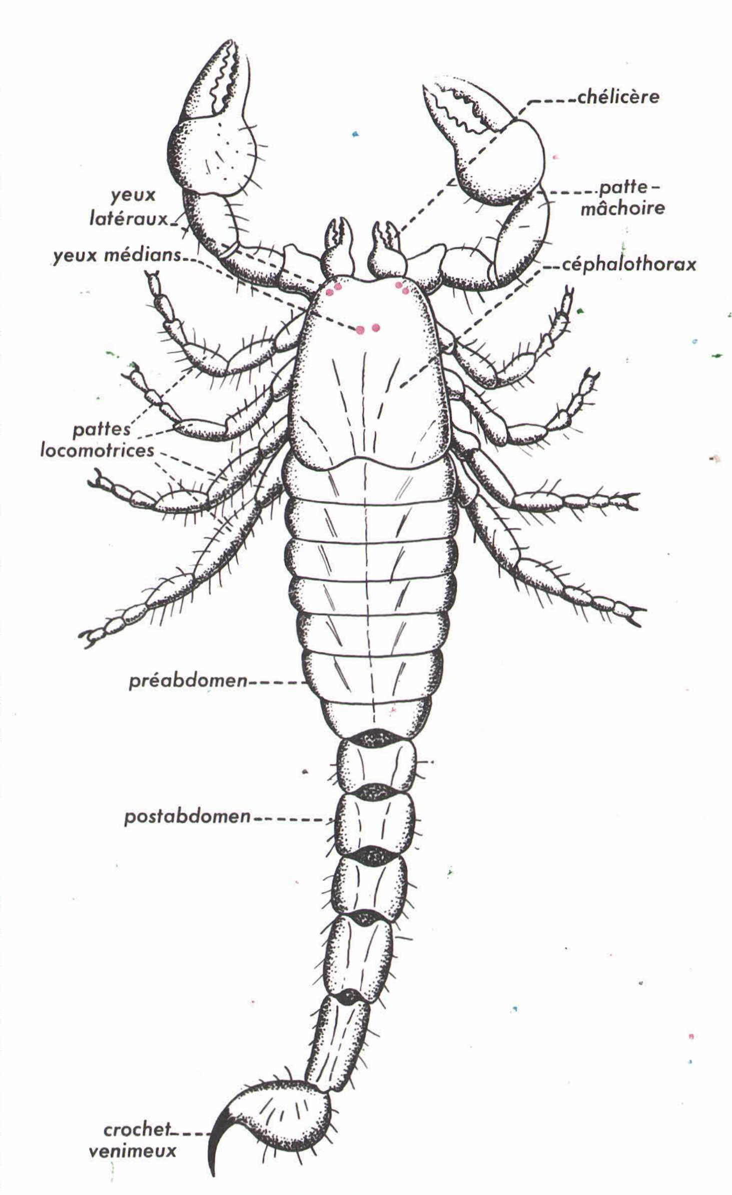


FIG. 201. - *Scorpion, face dorsale.*

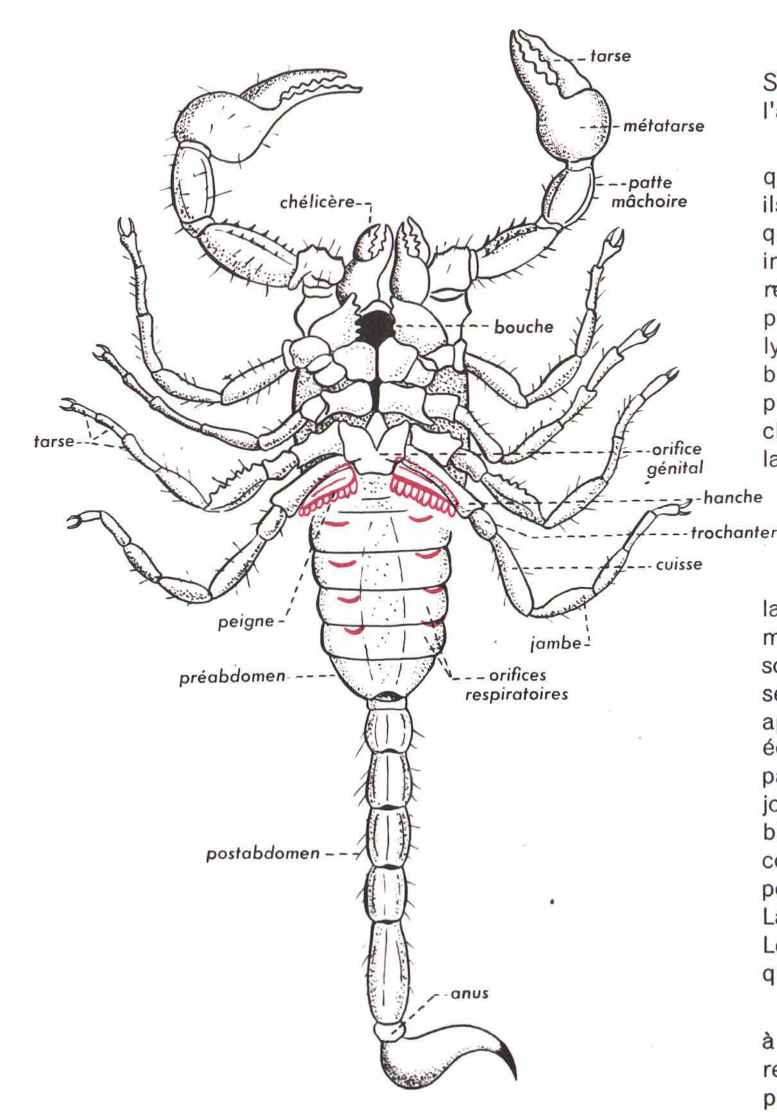


Fig. 202. - *Scorpion, face ventrale.*

Sur ce dernier segment s'ouvre l'anus.

Les Scorpions ne sortent que la nuit : plus que la lumière, ils fuient la chaleur solaire qui entraîne une dessiccation intense. Les proies sont capturées à l'aide des pinces et tuées par injection d'un venin paralysant. Il n'existe pas de pièces buccales proprement dites. Les proies sont déchirées par les chélicères et les articles basilaires (hanches) des pattes-mâchoires et des deux premières paires de pattes locomotrices.

Le mâle est plus petit que la femelle. Après l'accouplement cette dernière dévore souvent le mâle. La ponte ne se produit que quelques mois après l'accouplement. Les œufs éclosent dès la ponte (ovoviviparité). Pendant une dizaine de jours, les petits Scorpions, semblables aux adultes mais de couleur blanche, restent cramponnés au dos de leur mère. Là, ils subissent plusieurs mues. Les Scorpions vivent de trois à quatre ans.

La piqûre du Scorpion noir à queue jaune n'est pas dangereuse pour l'homme, mais la piqûre de certains Scorpions africains peut être mortelle. L'institut Pasteur prépare, comme pour les reptiles, un sérum antivenimeux.

L'EMBRANCHEMENT DES ARTHROPODES

Les Crustacés, les Insectes et les Arachnides possèdent une carapace de chitine et des appendices articulés. Leur développement présente des mues. Ils appartiennent à l'embranchement des Arthropodes.

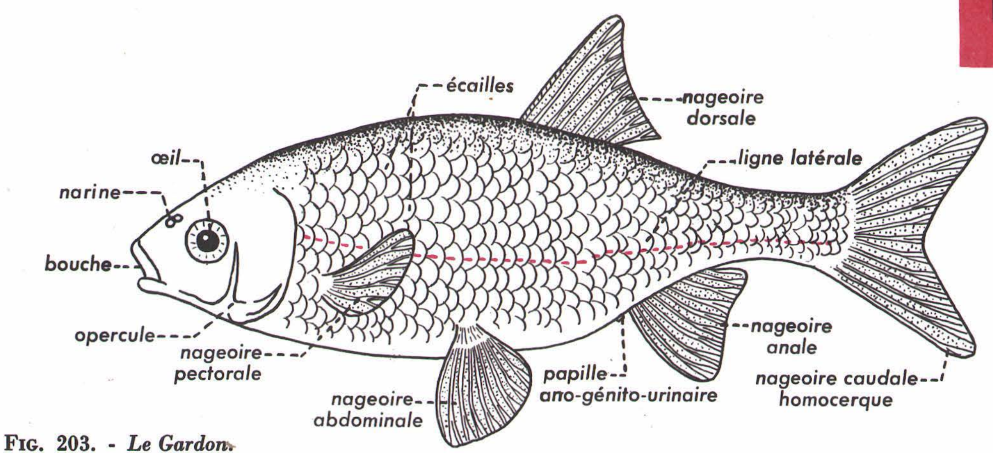


FIG. 203. - *Le Gardon.*

LE GARDON

Le Gardon est un poisson très commun dans les eaux douces. Il préfère les cours d'eau calmes et herbeux. On peut se procurer facilement des Gardons vivants pendant la saison de la pêche, car ils sont utilisés comme appât « vif » pour la capture des Brochets. Ils se conservent longtemps dans des aquariums bien éclairés et bien aérés.

1° DESCRIPTION ET STRUCTURE

***Anatomie externe** (fig. 203)* L'étude de l'anatomie externe est effectuée sur deux Gardons : l'un conservé vivant dans un petit aquarium, l'autre mort. La taille varie de 15 à 30 centimètres en moyenne. Le corps, de forme ovoïde très allongée, est aplati latéralement. Cette forme qui, nous le verrons, permet un déplacement aisé en milieu liquide, est dite **hydrodynamique.** La couleur, foncée sur le dos, est argentée sur les flancs et sur la face ventrale. On distingue nettement trois parties : la tête, le tronc et la queue. Observons-les successivement.

A. - **La tête.** La tête, relativement petite, est limitée en arrière par les fentes operculaires. Elle possède une **bouche terminale** surmontée de deux **narines** pourvues chacune de deux petits orifices, l'un pour l'entrée, l'autre pour la sortie de l'eau. Ces narines ne communiquent pas avec la cavité buccale et ne jouent qu'un rôle olfactif. Les **yeux,** arrondis, ont une couleur rouge vif ; ils sont dépourvus de paupières, et leur surface est très plate. Avec l'aiguille lancéolée, on peut inciser la cornée et extraire un cristallin limpide, parfaitement sphérique.

En arrière et latéralement, on observe les **opercules,** volets osseux recouverts par la peau ; ils laissent vers l'arrière une fente, la **fente operculaire** appelée aussi **ouïe.** Sur le Gardon vivant, on voit ces opercules se soulever et s'abaisser régulièrement.

B. - **Le tronc.** Le tronc s'étend des fentes operculaires à la papille anale ; il est protégé par des **écailles** qui le recouvrent régulièrement, le bord postérieur d'une écaille chevauchant en partie l'écaille suivante dont le bord antérieur se trouve ainsi masqué. L'épiderme recouvre les écailles ; il sécrète un mucus qui rend le corps du Gardon particulièrement glissant. On observe sur le tronc une ligne bien visible qui s'étend de l'opercule à la queue : c'est la **ligne latérale,** organe des sens particulier aux Poissons. On compte 45 écailles sur cette ligne latérale ; ce nombre est caractéristique du Gardon.

Sur le tronc s'attachent les **nageoires.** On distingue :

a) Les **nageoires paires** (nageoires pectorales et nageoires abdominales).

b) Les **nageoires impaires** (nageoire dorsale, nageoire caudale et nageoire anale).

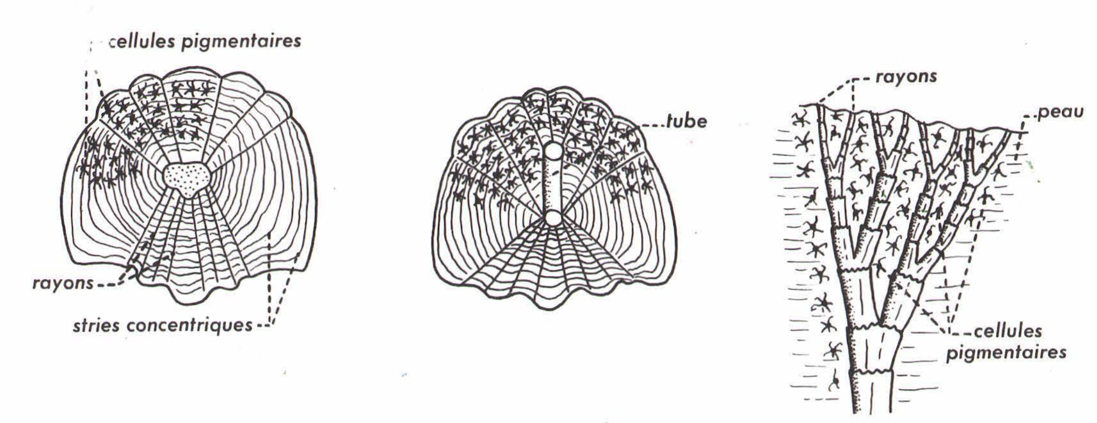


Fig. 204. - *A gauche : écaille cycloïde ; au centre : écaille de la ligne latérale ; à droite : détail d'une nageoire.*

Les nageoires pectorales correspondent aux membres antérieurs des Vertébrés tétrapodes, et les nageoires abdominales aux membres postérieurs.

C. - **La queue.** La queue est terminée par la nageoire caudale formée de deux lobes égaux. Cette nageoire caudale **homocerque** est particulière aux Poissons osseux (voir plus loin). Les nageoires sont constituées par des os mous allongés et formés d'articles : ce sont les rayons osseux sur lesquels la peau est tendue.

D. - **Étude des écailles.** On enlève facilement les écailles en grattant la peau avec un scalpel de l'arrière vers l'avant. Les écailles se trouvent dans la partie profonde de la peau (derme) dont elles sont une production. Détacher, à l'aide d'une pince fine, une écaille de la région dorsale (région colorée) et une écaille de la ligne latérale. Les observer au microscope, au faible, puis au fort grossissement.

Les écailles (fig. 204) sont des **os minces** discoïdes, flexibles, présentant des stries rayonnantes et des stries concentriques ; la partie libre de l'écaille (partie non recouverte par l'écaille précédente) montre de nombreuses cellules pigmentaires, de forme étoilée, riches en pigments : noir (mélanine), rouge (caroténoïde) et argenté (guanine). A cause de la disposition des stries, cette écaille est dite de **type cycloïde.**

Les écailles de la ligne latérale présentent un orifice se continuant par un court canal oblique (tube) qui traverse l'écaille et communique avec les cellules sensibles de la ligne latérale (fig. 204 et 211).

Remarque. - Chez d'autres Poissons, les écailles peuvent être munies de dents (Perche par exemple). Celles de la Raie et de la Roussette portent des pointes recourbées et ont la structure d'une dent avec émail, ivoire et pulpe.

E. - **Étude de la structure des nageoires** (fig. 204). On découpe un fragment de nageoire et on l'observe au microscope dans une goutte d'eau, entre lame et lamelle. Les rayons osseux sont articulés et ramifiés au voisinage du bord de la nageoire ; entre eux, une peau transparente est tendue. Elle renferme aussi de nombreuses cellules pigmentaires noires ou rouges. La structure des rayons osseux intervient dans la classification des poissons. Certains, comme la Perche, ont des nageoires épineuses dont les rayons sont formés d'une seule pièce pointue et rigide. D'autres, comme la Carpe et le Gardon, possèdent des nageoires dont les rayons sont mous, ramifiés et articulés.

F. - **Étude des branchies.** Après avoir découpé et retiré l'opercule, on observe les branchies dans la chambre branchiale ; elles sont au nombre de 4 de chaque côté. Détacher l'une d'elles et la placer sous la loupe binoculaire dans un peu d'eau. Chaque branchie est formée de deux lamelles rosées soutenues par un **arc branchial,** petit arc osseux qui présente sur sa partie concave des saillies pointues. Un 5e arc branchial, non muni de branchies, s'est transformé

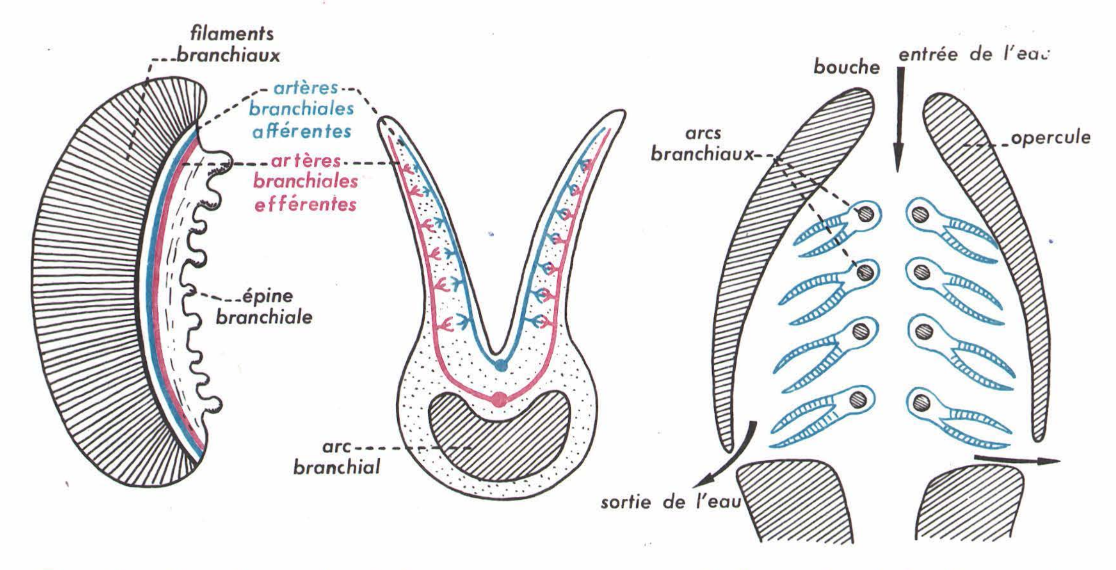


Fig. 205. - *A gauche : arc branchial ; au centre : coupe transversale d'un arc branchial (schématique) ; à droite : schéma montrant la disposition des arcs branchiaux.*

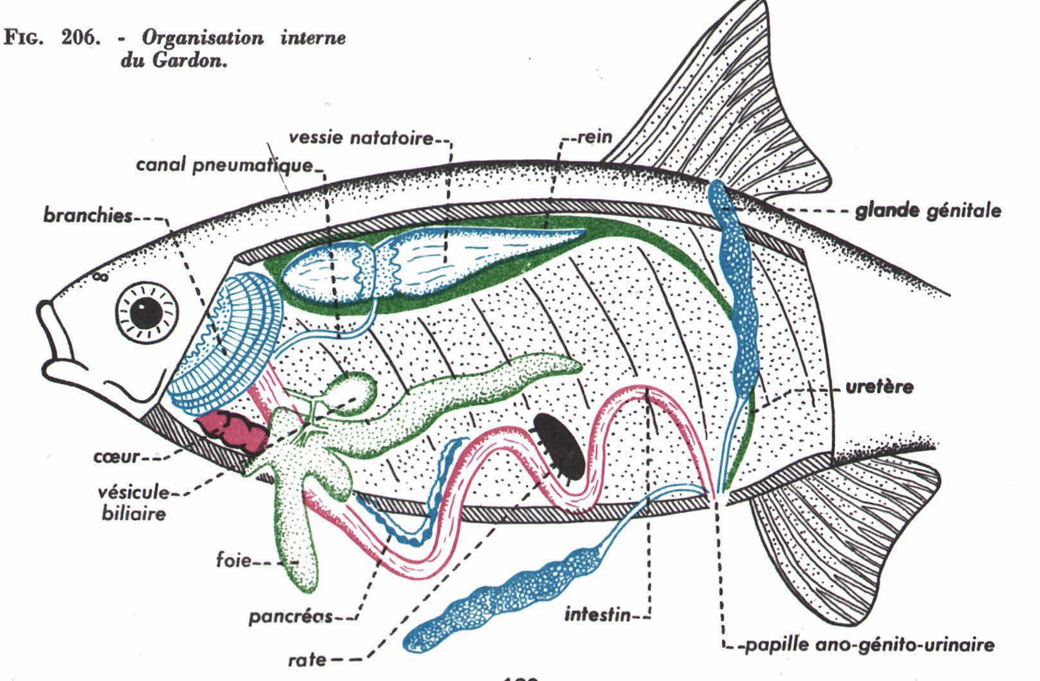
en dents pharyngiennes dans la famille des **Cyprinidés** à laquelle appartient le Gardon. On peut l'observer en enlevant toutes les branchies et en le retirant de la cavité branchiale.

Anatomie interne Pour observer les organes internes, on découpe un volet latéral dans le tronc du poisson.

a) **Étude du cœur et de la chambre branchiale** (fig. 207 et 212). Le **cœur,** qu'entoure le péricarde, comprend :

— Une **oreillette,** de couleur rouge, recevant le sang d'un **sinus veineux.**

Fig. 206. - *Organisation interne du Gardon.*



— Un **ventricule,** situé en avant de l'oreillette, d'où part vers l'avant une artère, ou tronc **artériel,** qui se renfle à sa base en un **bulbe artériel ;** du tronc artériel se détachent, au niveau de la chambre branchiale, 4 paires d'artères branchiales qui conduisent le sang aux branchies.

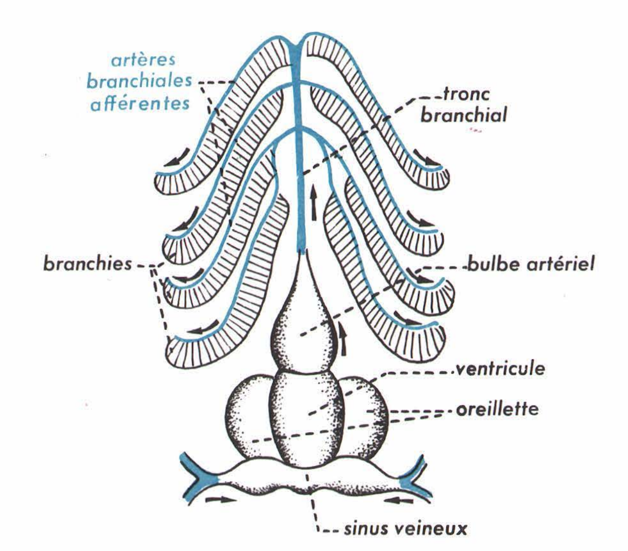


FIG. 207. - *Cœur et circulation branchiale.*

b) **Étude de l'appareil digestif et de la vessie natatoire.** La plus grande partie de la cavité générale est occupée par l'appareil digestif dans lequel on reconnaît (fig. 206) :

— Un large **œsophage.**
— L'**estomac,** qu'aucun étranglement ne sépare de l'œsophage.
— Un **intestin** sinueux qui aboutit à la papille anale.
— Un **foie** volumineux à trois lobes ; il possède une grosse vésicule biliaire ; le **canal cholédoque** provient de la réunion de trois canaux hépatiques et aboutit dans le tube digestif au début de l'intestin.
— Un **pancréas** noduleux, peu développé, s'étend le long de la partie antérieure de l'intestin.

Remarques. - On notera l'absence de glandes salivaires.
- La rate ne fait pas partie de l'appareil digestif.

Dorsalement par rapport à l'appareil digestif, on trouve une poche volumineuse remplie de gaz et entourée d'une peau nacrée : c'est la **vessie natatoire** (fig. 206). Elle est séparée en deux parties par un étranglement médian d'où part un canal, le **canal pneumatique,** qui aboutit à l'œsophage. La vessie natatoire contient un mélange gazeux dans lequel l'analyse révèle de l'oxygène, du gaz carbonique et de l'azote en proportions variables.

Malgré son nom, on ne connaît pas avec certitude le rôle de cet organe.

Remarque. - La vessie natatoire ne communique pas avec l'œsophage chez toutes les espèces. D'autre part, certains Poissons (les Requins par exemple) ne possèdent pas de vessie natatoire, ce qui ne les empêchent pas d'être d'excellents nageurs.

c) **L'appareil génital** (fig. 208). Chez le Gardon, comme chez la plupart des Poissons, les sexes sont séparés, mais il est difficile de distinguer extérieurement le mâle de la femelle. Testicules et ovaires sont des glandes allongées situées dorsalement par rapport à l'appareil digestif.

De chaque **testicule** part un canal déférent ; les deux canaux déférents se réunissent en un canal impair qui aboutit à l'orifice génital situé entre l'anus et l'orifice urinaire, d'où le nom de papille ano-génito-urinaire que l'on donne parfois à la papille anale.

Les **ovaires** ont un aspect granuleux. De chacun d'eux part un oviducte ; ces deux oviductes se réunissent en un canal impair qui aboutit entre l'anus et l'orifice urinaire.

d) **L'appareil excréteur.** Pour étudier l'appareil excréteur, il est nécessaire d'enlever l'appareil digestif. Sur la face dorsale de la cavité générale, on peut alors observer les **reins.** Ce sont deux organes coalescents, aplatis, de couleur rougeâtre. Il en part deux courts uretères qui se réunissent en un canal impair aboutissant à la papille anale, en arrière de l'orifice génital.

e) **L'encéphale.** On enlève délicatement, par petits fragments, avec la pointe du scalpel, les os du crâne. Sur l'encéphale, allongé et étroit, on observe de l'avant vers l'arrière :

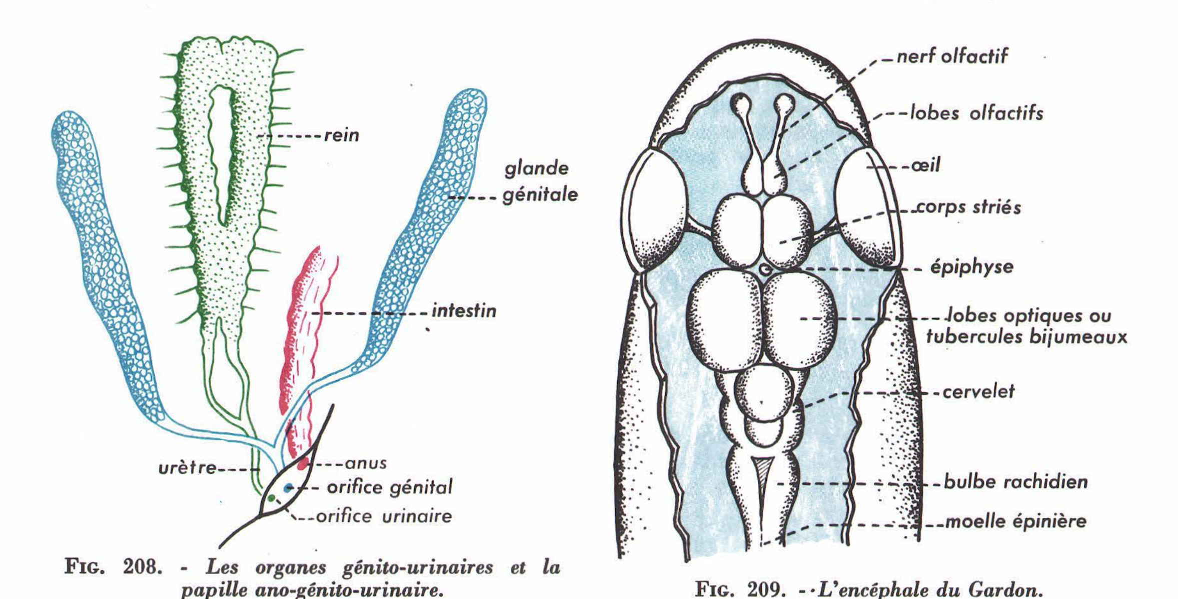


FIG. 208. - *Les organes génito-urinaires et la papille ano-génito-urinaire.*

FIG. 209. - *L'encéphale du Gardon.*

— Les **lobes olfactifs,** d'où partent deux nerfs olfactifs qui se rendent aux narines.
— Deux **corps striés** arrondis.
— Immédiatement en arrière, sur la ligne médiane, l'**épiphyse,** en forme de petite boule, est peu visible.
— Deux **lobes optiques,** ou tubercules bijumeaux, très développés.
— Le **cervelet,** assez développé.
— Le **bulbe rachidien,** qui se prolonge en arrière par la moelle épinière.

De chaque côté de l'encéphale, les yeux, volumineux, sont reliés aux lobes optiques par un **nerf optique** bien visible. On peut aussi observer d'autres **nerfs crâniens** se détachant de l'encéphale.

Remarque. - Comme on le voit, il n'y a pas d'hémisphères cérébraux développés.

A l'encéphale fait suite la **moelle épinière** située à l'intérieur du canal rachidien formé par la juxtaposition des vertèbres. Des **nerfs rachidiens** partent de la moelle et se ramifient dans tout le corps.

f) **Le squelette.** L'encéphale est protégé par une **boîte crânienne** composée d'un grand nombre d'os. Rappelons que les branchies sont soutenues par des **arcs branchiaux osseux.**

La **colonne vertébrale,** de nature osseuse, comprend deux sortes de **vertèbres** :
— Les vertèbres du tronc, qui portent chacune une paire de côtes.
— Les vertèbres de la région caudale, avec chacune une épine dorsale et une épine ventrale.

Les nageoires sont soutenues par des **rayons osseux.**

2° BIOLOGIE DU GARDON

Sensibilité En plus des 5 sens communs à tous les Vertébrés, les poissons possèdent un organe des sens supplémentaire : l'organe de la ligne latérale.

a) **L'odorat** a pour organes une paire de narines pourvues chacune d'un double orifice. L'odorat du Gardon paraît très développé et joue dans les rapports avec le milieu extérieur un rôle vraisemblablement plus important que la vision. Comme chez beaucoup d'animaux aquatiques, l'odorat et le goût sont confondus.

b) **La vision.** L'œil du Gardon, et celui des Poissons en général, possède, en gros, la même structure que les yeux des autres vertébrés. Ses caractères particuliers sont une cornée très plate et un cristallin parfaitement sphérique.

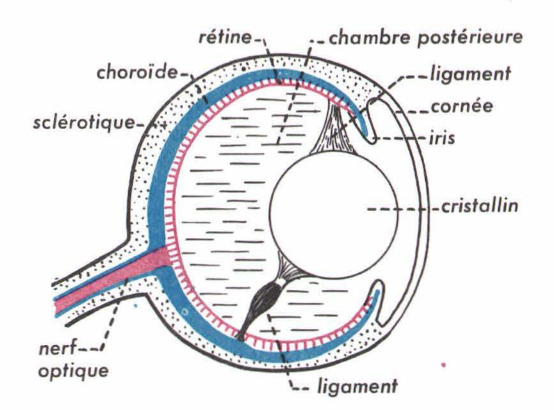


Fig. 210. - *Œil de poisson vu en coupe*

c) **L'audition.** L'oreille des Poissons a la même structure que l'oreille interne des Mammifères (1). Elle jouerait également un rôle dans l'équilibration.

d) **La sensibilité générale** est réalisée par de nombreux corpuscules tactiles et un réseau nerveux cutané.

e) **La ligne latérale** est un organe des sens, particulier aux Poissons, constitué par des **plaques sensorielles** situées sous les écailles perforées qui forment une ligne allant de l'opercule à la nageoire caudale. Ces plaques sont reliées par des nerfs sensitifs au **nerf latéral** situé dans la partie profonde de la peau, sous la ligne latérale. Cet organe servirait à percevoir les corps solides se déplaçant dans l'eau, les variations de pression, les courants et les vibrations de l'eau. Un Poisson aveugle se dirige assez bien si sa ligne latérale est intacte.

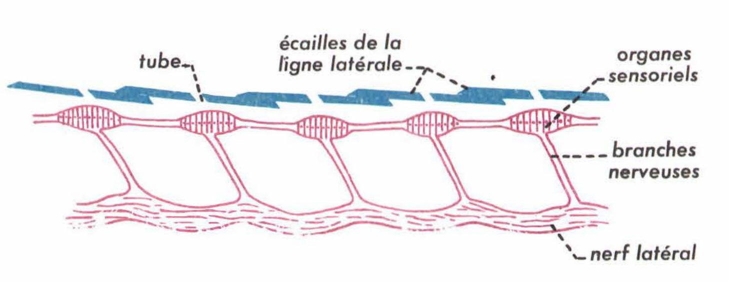


Fig. 211. - *Schéma montrant la disposition des organes sensoriels et des nerfs sous les écailles de la ligne latérale.*

Locomotion L'observation d'un Gardon vivant nageant dans un grand aquarium permet de préciser le rôle de chaque nageoire. Dans la progression rapide, c'est la nageoire caudale qui est la plus active. Elle propulse le Poisson par d'énergiques et souples battements de droite à gauche et de gauche à droite. Les autres nageoires assurent l'équilibration. Leurs différents rôles peuvent être mis en évidence par des expériences d'ablation ; un Poisson vivant amputé de toutes ses nageoires flotte le ventre en l'air.

Nutrition Le Gardon se nourrit de Vers, d'Insectes, de larves et de débris végétaux ; il est très vorace. Il ne possède pas de dents maxillaires, mais seulement des dents pharyngiennes (voir p. 138 : F - Étude des branchies).

Circulation (fig. 212) Le **cœur** (fig. 207) est, nous l'avons vu, composé d'une oreillette et d'un ventricule prolongé en avant par un **bulbe artériel,** point de départ d'un **tronc artériel** d'où se détachent les **artères branchiales afférentes** qui conduisent le sang riche en gaz carbonique aux branchies. Après son passage dans les branchies, le sang ressort par les **artères branchiales efférentes** (fig. 205) qui se réunissent pour former une **aorte**

(1) L'oreille des Mammifères se divise en trois parties : l'oreille externe, l'oreille moyenne, l'oreille interne, cette dernière étant également un organe de l'équilibration.

dorsale distribuant le sang dans tous les organes du corps. Après avoir circulé dans les **capillaires,** le sang, chargé de gaz carbonique, revient au cœur par des **veines.** Le cœur des Poissons ne renferme donc que du sang « noir ».

Le sang du Gardon est formé de plasma, de globules rouges nucléés et de globules blancs.

Respiration La respiration est **branchiale;** sur le Gardon vivant, on peut facilement observer l'entrée de l'eau par la cavité buccale et sa sortie par les fentes operculaires, l'opercule se soulevant et s'abaissant suivant un rythme régulier. Les branchies d'un poisson vivant ont une couleur rouge vif due à la présence **d'oxyhémoglobine** : l'oxygène dissous dans l'eau se fixe sur l'hémoglobine des globules rouges. Mais l'intensité respiratoire des Poissons est toujours réduite, car la température de leur corps est en équilibre avec celle de l'eau (animaux à température variable). Aussi, leur activité est-elle plus grande l'été que l'hiver, la saison froide étant pour certains d'entre eux une période d'engourdissement et d'arrêt de la croissance ; on distingue des stries d'accroissement saisonnières sur les écailles.

Excrétion Les **reins** (fig. 208) sont des organes allongés, de couleur rougeâtre, collés contre la face dorsale de la cavité générale. Ils sont formés par de nombreux tubes présentant chacun un renflement en rapport avec un réseau de capillaires sanguins pelotonnés en un glomérule. Le sang se débarrasse de ses déchets à ce niveau, et l'urine est rejetée à l'extérieur par les conduits urinaires aboutissant à l'orifice urinaire.

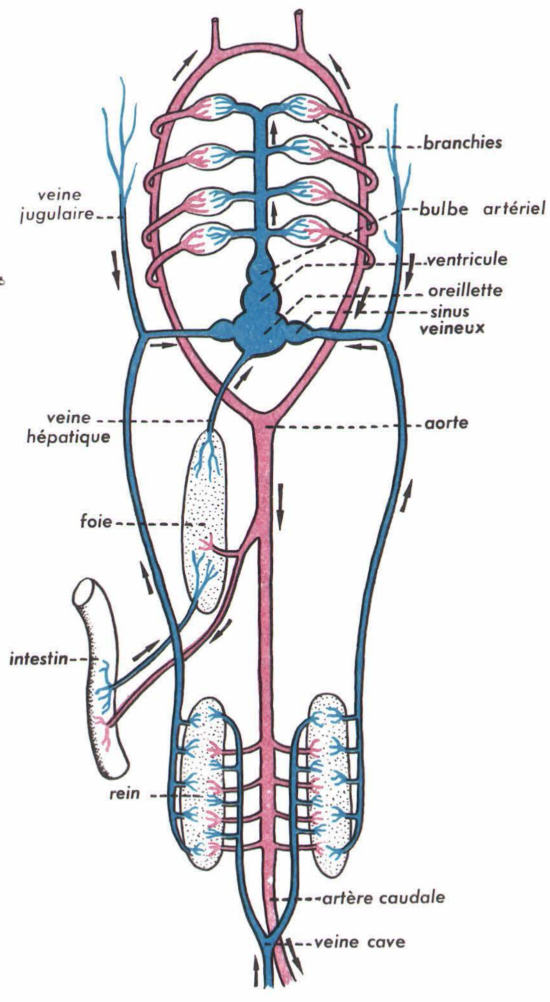


FIG. 212. - *Schéma de l'appareil circulatoire du Gardon.*

Reproduction La femelle pond au printemps **plusieurs dizaines de milliers d'œufs** (60 à 80 000) qui sont fécondés par le mâle dès leur expulsion dans l'eau. Il n'y a pas d'accouplement, la fécondation s'accomplissant dans le milieu extérieur. L'incubation de ces œufs va durer de 10 à 15 jours ; au bout de ce temps, il en sortira un petit **alevin.**

Un grand nombre d'œufs sont perdus, surtout pendant la période d'incubation; mais ces pertes sont compensées par une très grande production de cellules reproductrices, les glandes génitales étant très développées au moment de la reproduction (une Carpe peut pondre plusieurs centaines de milliers d'œufs, une Morue plusieurs millions).

Pour l'étude du développement des Poissons, il est commode d'utiliser des œufs de Truite que l'on peut se procurer chez les pisciculteurs en hiver. Les œufs fécondés sont placés dans

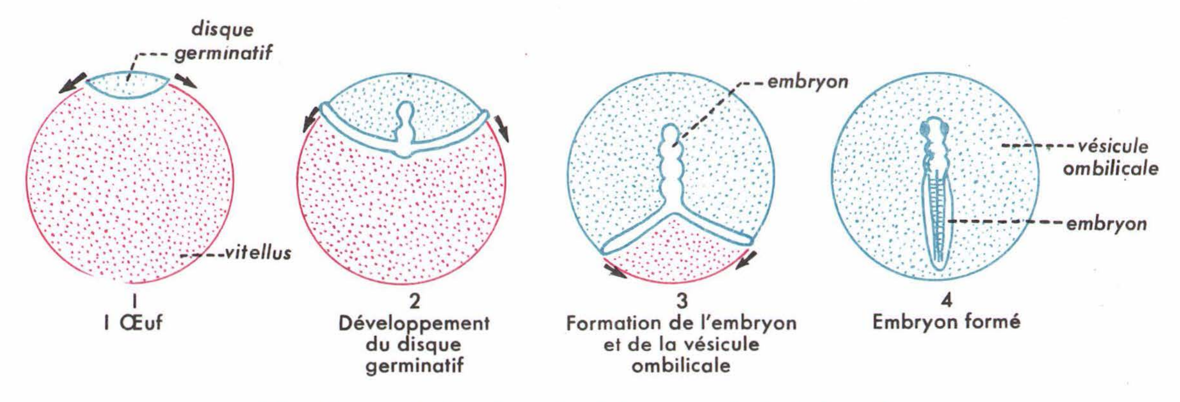


FIG. 213. - *Les principales phases du développement de l'œuf d'un poisson osseux.*

un petit cristallisoir, recouvert d'un grillage fin ou d'une gaze, où tombe un mince filet d'eau qui assure le renouvellement continu du liquide et une bonne oxygénation. Il sera aisé d'observer à intervalles réguliers les principales phases du développement.

Un œuf de Truite mesure 5 millimètres de diamètre. Examiné immédiatement après la fécondation, il est d'une couleur foncée, avec cependant une partie claire, assez réduite, formée de cytoplasme : c'est le **disque germinatif** qui renferme le noyau fécondé ; la partie foncée est très riche en **vitellus,** substance destinée à nourrir l'embryon, puis l'alevin. L'incubation dure d'un à deux mois ; la première division cellulaire n'affecte que le disque germinatif qui va former l'embryon (fig. 213). Ce dernier s'étendra progressivement et entourera complètement le vitellus.

A l'éclosion, l'alevin mesure 15 millimètres de long ; ses yeux sont énormes, et il entraîne avec lui une **vésicule ombilicale,** ou **sac vitellin,** renfermant le vitellus qui va le nourrir pendant quelque temps. A ce moment, l'alevin est transparent et se prête bien à l'observation. Au bout d'une semaine sa taille est de 20 millimètres, et après deux semaines, de 25 millimètres. Au cours des deux semaines suivantes, il y a résorption de la vésicule, et la pigmentation du corps apparaît.

Étude de l'alevin (fig. 214). On observera l'alevin, peu après l'éclosion, à l'aide du micro-

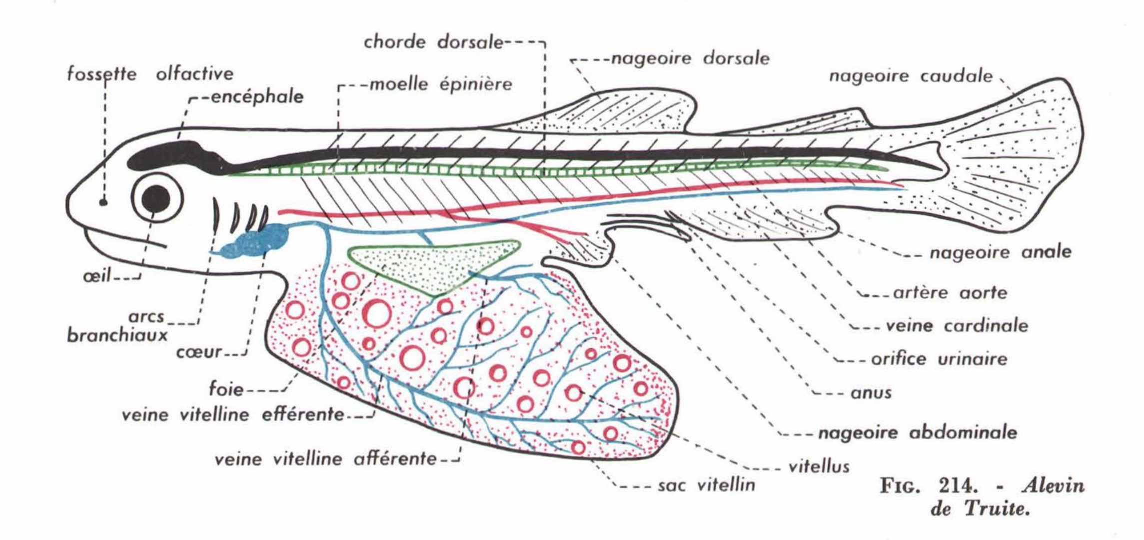


FIG. 214. - *Alevin de Truite.*

scope ou de la loupe binoculaire, après l'avoir placé dans un verre de montre contenant un peu d'eau. Noter :

— La forme en fuseau déjà bien accusée.

— La présence du sac vitellin.

— Les nageoires, toutes ébauchées : les pectorales bien mobiles, la nageoire caudale qui, contrairement à celle de l'adulte, présente deux lobes inégaux comme chez les poissons sélaciens, enfin les nageoires abdominales, anale et dorsale.

— L'absence d'opercules en arrière de la tête, mais l'existence de **fentes branchiales** comme chez les Sélaciens ; ces fentes disparaîtront chez l'adulte. On retrouve donc chez l'alevin des caractères qui existent chez les Sélaciens adultes, les Sélaciens étant des poissons cartilagineux considérés comme plus primitifs que les poissons osseux.

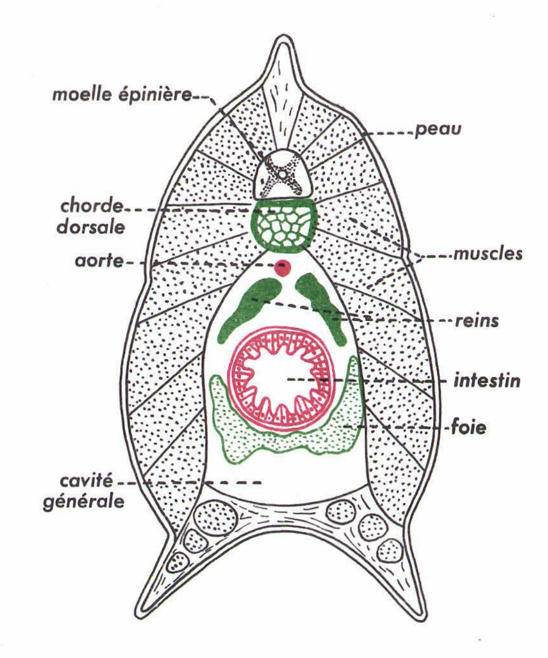


Fig. 215. - *Coupe transversale d'un alevin de Truite.*

Par transparence, on pourra observer également :

— Le système nerveux, avec l'encéphale et ses vésicules, la moelle épinière.

— Sous la moelle épinière, une **chorde dorsale** allongée ; autour de cette chorde s'édifiera la colonne vertébrale.

— L'ébauche du tube digestif, non encore fonctionnel, l'alevin se nourrissant des substances du vitellus absorbées peu à peu par le sang.

— L'appareil circulatoire, avec le cœur dont les contractions sont bien visibles. Au microscope, on voit les globules sanguins circuler dans les capillaires vitellins.

Cette étude sera complétée par l'observation d'une coupe transversale colorée (préparation du commerce) d'un alevin de Truite ; sur cette coupe, on essaiera de repérer la position respective des différents organes déjà observés par transparence sur l'alevin vivant (fig. 215).

3° PLACE DU GARDON DANS LE RÈGNE ANIMAL

Le Gardon, qui possède un squelette interne comprenant une colonne vertébrale, appartient à l'**embranchement** des **VERTÉBRÉS** ;

— à la **classe** des **POISSONS,** Vertébrés à respiration branchiale, dont la peau contient des écailles osseuses dermiques ;

— à l'**ordre** des **TÉLÉOSTÉENS,** Poissons à squelette osseux dont la queue présente deux lobes égaux (queue homocerque).

Remarque. - Il existe deux espèces de Gardons : le **Gardon rouge** et le **Gardon blanc.** Le Gardon rouge est comprimé latéralement, et la nageoire dorsale est fixée en arrière du niveau des nageoires abdominales. Le Gardon blanc a le corps moins comprimé, et la nageoire dorsale débute en avant de l'insertion des nageoires abdominales. Le nombre et la disposition des dents pharyngiennes ne sont pas les mêmes dans les deux espèces.



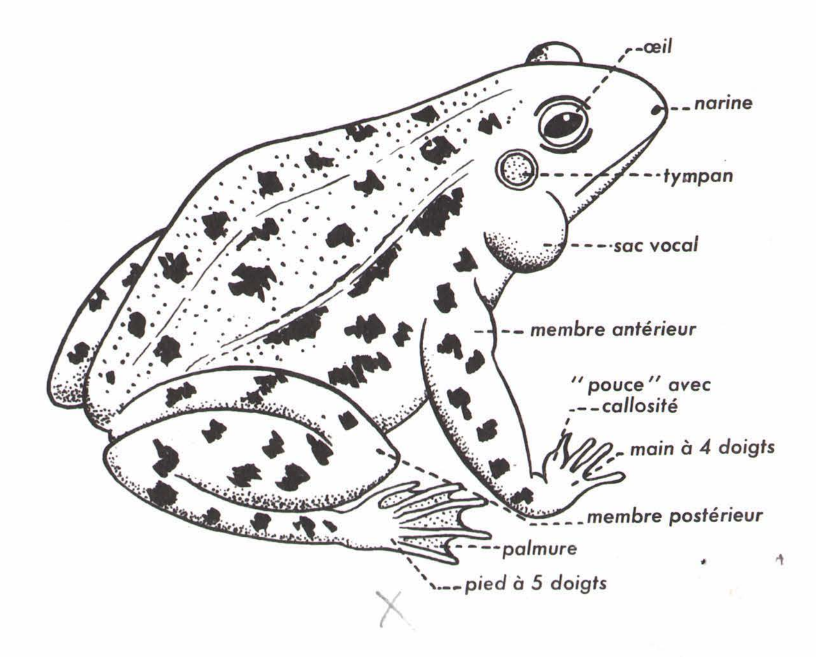


Fig. 216. - *Grenouille verte mâle.*

LA GRENOUILLE VERTE

La Grenouille verte (fig. 216) est très commune partout en France, dans les étangs, les mares et les ruisseaux. Elle se distingue de la Grenouille rousse par sa couleur, par la présence de deux lignes latérales dorées, et par une ligne claire au milieu du dos. C'est un animal facile à capturer pendant la belle saison. On peut la conserver longtemps en aquarium, à condition d'y placer des pierres dépassant le niveau de l'eau, ce qui lui permet de rester en surface. La nourriture se composera d'insectes, de larves ou même, à défaut, de petits morceaux de viande.

1° DESCRIPTION ET STRUCTURE

Anatomie externe *(fig. 216, 217)* **Préparation de l'animal.** On tue les Grenouilles en les plaçant pendant quelques minutes dans un bocal bien fermé contenant un tampon imbibé d'éther ou de chloroforme. Le corps de la Grenouille, recouvert d'une **peau nue, humide** et **froide,** présente deux parties : la tête d'une part, le tronc et les membres d'autre part. Il n'y a pas de queue.

A. - **La tête.** La tête se rattache au corps par un cou large et court ; elle est aplatie et possède une **bouche** très largement fendue. Les **yeux,** saillants et globuleux, sont protégés par une paupière inférieure mobile, plus développée que la paupière supérieure. En avant, au-dessus de la bouche, on voit une paire de **narines ;** en arrière des yeux se trouvent les **tympans,** membranes arrondies, superficielles, qui recouvrent l'oreille moyenne : la Grenouille est, en effet,

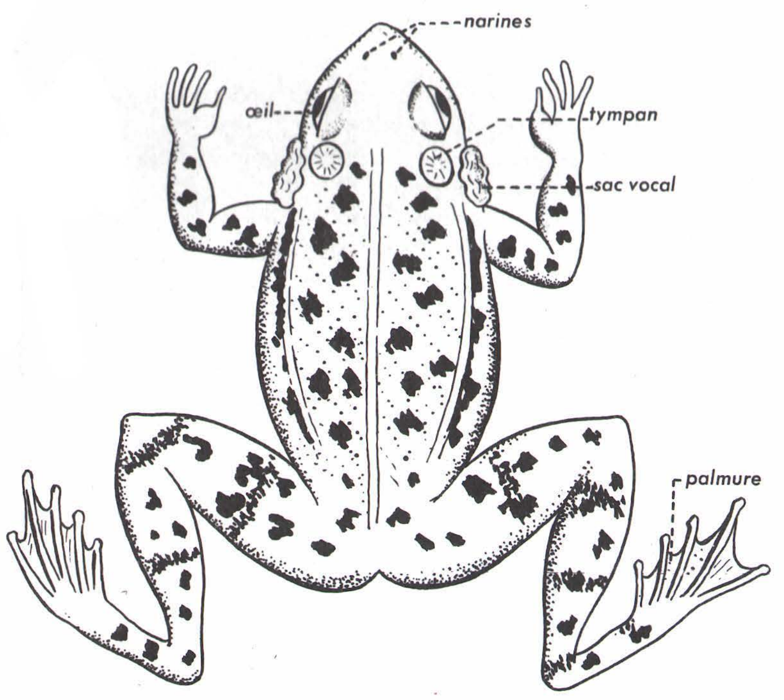


FIG. 217. - *Grenouille verte mâle, face dorsale.*

dépourvue d'oreille externe. Chez la Grenouille mâle vivante, on observe, de chaque côté de la tête, un sac pouvant se gonfler : ce sont les sacs vocaux qui communiquent avec la bouche. Ils se gonflent avec l'air qui vient des poumons, et amplifient le coassement en jouant le rôle de sacs de résonance.

B. - **Le tronc et les membres.** Le tronc a une forme massive ; à sa partie postérieure s'ouvre l'orifice cloacal où débouchent le rectum, les conduits urinaires et génitaux.

Les membres antérieurs sont courts. La main possède quatre doigts apparents ; un cinquième doigt atrophié, le pouce, est recouvert par la peau. Le doigt interne, appelé improprement pouce, présente chez le mâle, pendant la période de reproduction, une excroissance, ou **callosité,** jouant un rôle dans l'accouplement. Le dimorphisme sexuel est donc marqué chez le mâle par la présence des sacs vocaux et des callosités.

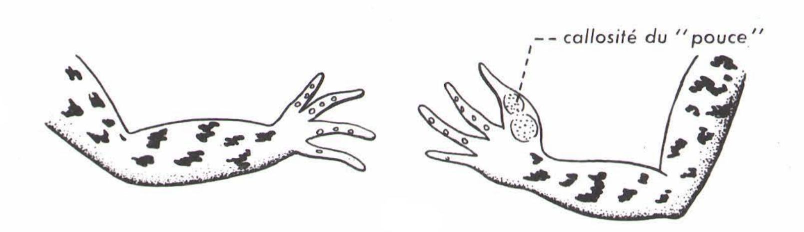


FIG. 218. - *A gauche, main de la femelle ; à droite, main du mâle.*

Les membres postérieurs, beaucoup plus puissants que les membres antérieurs, présentent une double adaptation au saut et à la nage :

— Cuisse, jambe et pied ont à peu près la même longueur et sont repliés en Z au repos. La musculature de la cuisse est particulièrement puissante.

— Le pied, bien développé, possède 5 longs doigts inégaux réunis par une membrane palmaire.

C. - **Étude de la peau.**

a) On recueille, dans l'eau des bacs d'élevage, de petits fragments membraneux. Observé au microscope entre lame et lamelle (fig. 219 A), un de ces fragments se révèle formé de cellules juxtaposées de forme régulière ; dans chacune d'elles le noyau est bien visible : ce sont des cellules épithéliales qui proviennent de la couche superficielle de la peau. Cette couche se détache périodiquement par lambeaux : c'est la **mue.** L'ensemble des cellules épithéliales constitue un tissu de revêtement appelé épithélium.

b) Avec des ciseaux fins, on détache du dos de la Grenouille, de préférence au niveau d'une tache foncée, un petit fragment de peau que l'on monte dans une goutte d'eau entre lame et lamelle. Au microscope on voit (fig. 219 B) :

— De nombreuses **cellules pigmentaires** différemment colorées, en noir par la mélanine, en jaune et rouge par les caroténoïdes, en blanc par la guanine. Ces cellules sont situées **sous l'épiderme** (fig. 220).

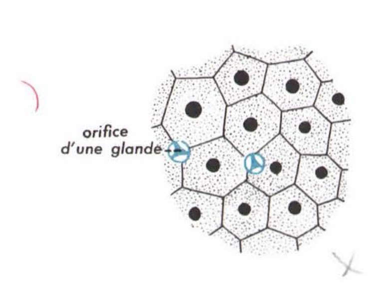


FIG. 219 A. - *Fragment de mue de grenouille vu au microscope.*

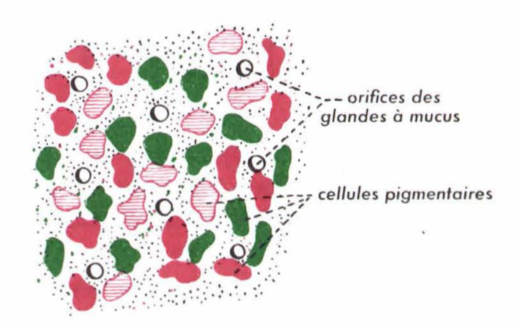


FIG. 219 B. - *Fragment de peau de grenouille vu au microscope.*

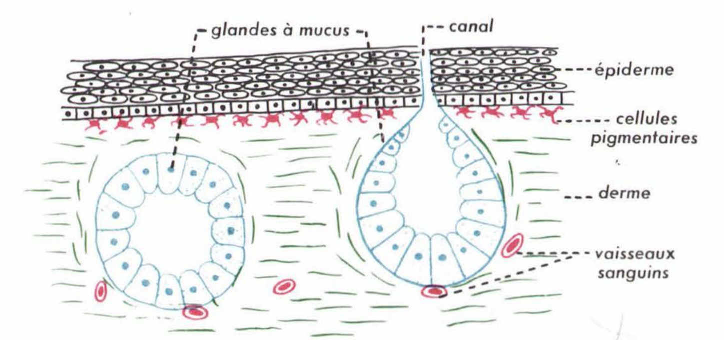


FIG. 220. - *Structure de la peau de la Grenouille (coupe).*

— De nombreux petits pores (fig. 219 A) qui sont les **orifices des glandes à mucus,** glandes situées dans la peau ; elles sécrètent un venin analogue à celui des serpents, mais les Grenouilles n'ont pas d'organe inoculateur.

c) On peut compléter cette étude par l'observation microscopique d'une coupe transversale colorée (coupe du commerce) de la peau. On peut observer (fig. 220) :

— En surface, un **épiderme** formé de plusieurs couches de cellules superposées.

— Sous l'épiderme, un **derme** plus épais renfermant des glandes à mucus et des cellules pigmentaires.

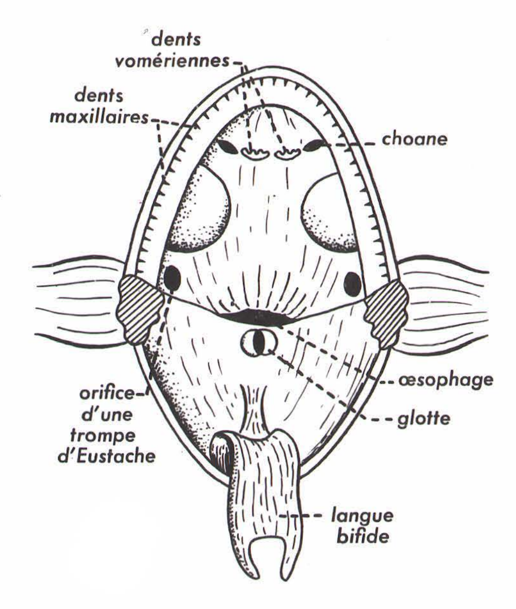


Fig. 221. - *Cavité buccale de la Grenouille.*

D. - **Étude de la cavité buccale** (fig. 221). On ouvre le plus largement possible la cavité buccale en écartant les maxillaires et en incisant légèrement leurs commissures. Observer :

— La présence de très petites dents implantées sur le bord de la mâchoire supérieure ; on les sent bien en passant le doigt sur la mâchoire ; ces dents, appelées **dents maxillaires,** n'existent pas sur la mâchoire inférieure.

— Sur le plafond buccal, les globes oculaires forment deux saillies visibles par suite de l'absence de palais.

— En avant, deux petites dents symétriques, les **dents vomériennes.**

— De part et d'autre des dents vomériennes, deux orifices, les **choanes,** qui donnent accès dans les fosses nasales.

— Sur le plancher buccal, on peut rabattre vers l'avant **une langue bifide** (c'est-à-dire fendue en deux) et élastique, insérée sur le bord de la mâchoire inférieure.

— Au fond de la bouche se trouve un large **orifice œsophagien** permettant l'introduction de proies volumineuses.

— En avant de cet orifice, la **glotte,** ou orifice respiratoire, forme une saillie fendue longitudinalement.

— A proximité des commissures, les **orifices des trompes d'Eustache** qui font communiquer le fond de la cavité buccale avec l'oreille moyenne.

Anatomie interne A. - **Dissection générale.** On incise d'abord la peau de l'abdomen suivant une ligne médiane, et l'on prolonge cette incision le long des 4 membres. En rabattant la peau, on constate qu'elle n'adhère pas par toute sa surface aux muscles sous-jacents. Ces cavités situées entre la peau et les muscles portent le nom de **sacs lymphatiques.** Sur la face interne de la peau, on remarque un réseau important de vaisseaux sanguins.

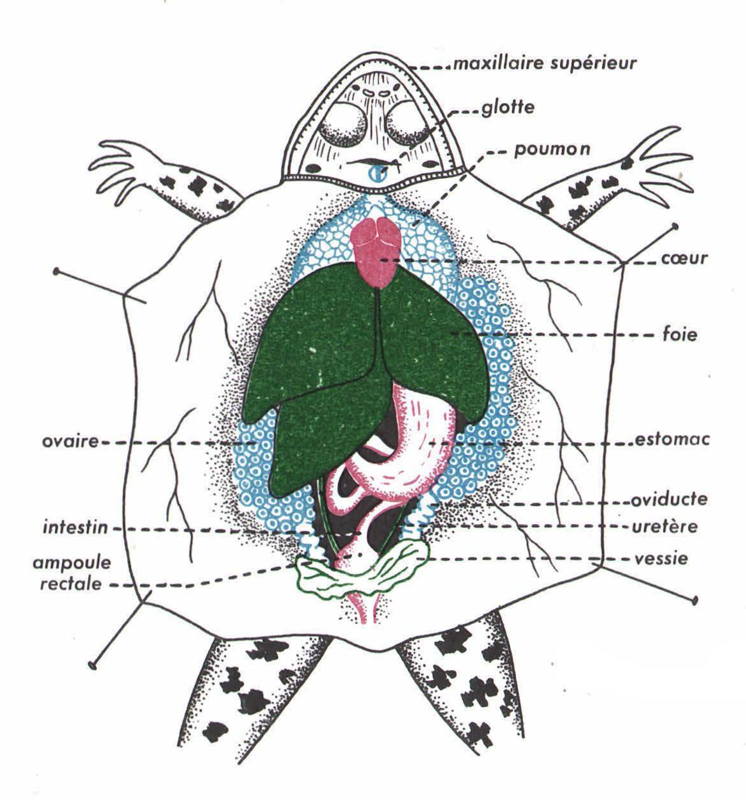


Fig. 222. - *Grenouille femelle ouverte, organes en place.*

On sectionne ensuite les muscles abdominaux et thoraciques ainsi que les os des ceintures, et l'on enlève le volet ainsi découpé. On peut alors observer les organes en place.

B. - **Étude des organes en place** (fig. 222). On distingue une cavité thoracique et une cavité abdominale. Les deux cavités ne sont pas séparées par un diaphragme comme chez les mammifères.

a) **Cavité thoracique.** Au centre, on voit le **cœur** entouré du **péricarde.** Une fois le péricarde incisé, le **ventricule** unique et les deux **oreillettes** apparaissent. Un **bulbe aortique,** situé entre les deux oreillettes, part du ventricule. Les **poumons** encadrent le cœur. De chacun d'eux sort une bronche, et les deux bronches se réunissent pour former une courte trachée qui aboutit à la glotte.

b) Dans la **cavité abdominale** on observe :

— Le **foie,** volumineux, subdivisé en quatre lobes. Au-dessous de lui et à sa gauche, la partie postérieure de l'**estomac** et une portion de l'**intestin.**

— Si l'animal étudié est une Grenouille femelle, la cavité viscérale est plus ou moins envahie par les **ovaires** qui présentent de très nombreux ovules bien visibles.

— Dans la partie postérieure, une portion du **rectum** recouverte par une **vessie** blanchâtre, froncée, subdivisée en deux lobes.

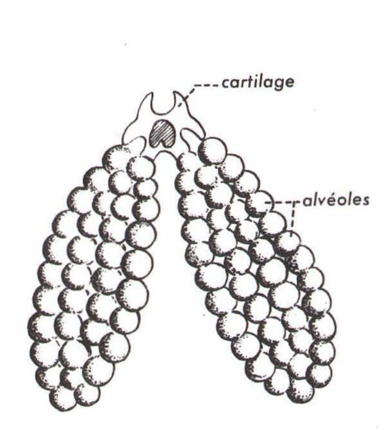


Fig. 223. - *Les poumons de la Grenouille.*

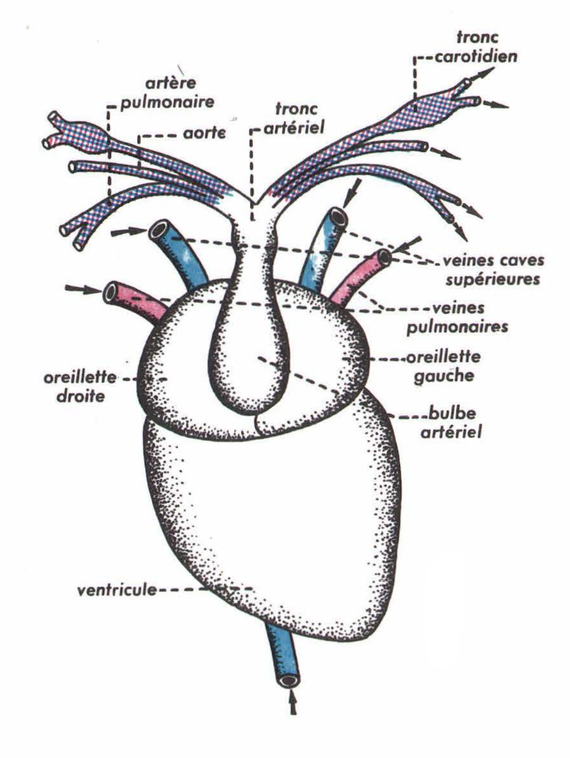


Fig. 224. - *Cœur de la Grenouille, face ventrale.*

C. - **Dissection du cœur et des poumons** (fig. 223 et fig. 224). Avec les ciseaux fins, découper le maxillaire inférieur en faisant passer l'incision en arrière de la glotte, dégager les deux sacs pulmonaires, sectionner les vaisseaux sanguins du cœur et enlever l'ensemble poumons-cœur que l'on place dans un verre de montre contenant de l'eau. L'observation à la loupe et au microscope montre que les poumons possèdent un **riche réseau de capillaires sanguins** entourant des **alvéoles périphériques.**

Pour observer les cavités du cœur, cavités auriculaires et cavité ventriculaire, on pratique une coupe longitudinale de cet organe (fig. 225).

D. - **Étude de l'appareil digestif** (fig. 226). Bien isoler l'œsophage, très large, qui se

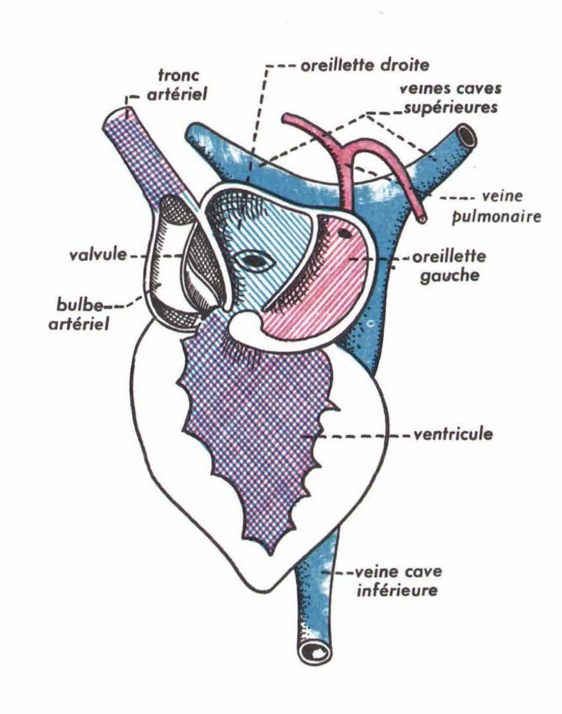


Fig. 225. - *Coupe antéro-postérieure du cœur de la Grenouille (schématique).*

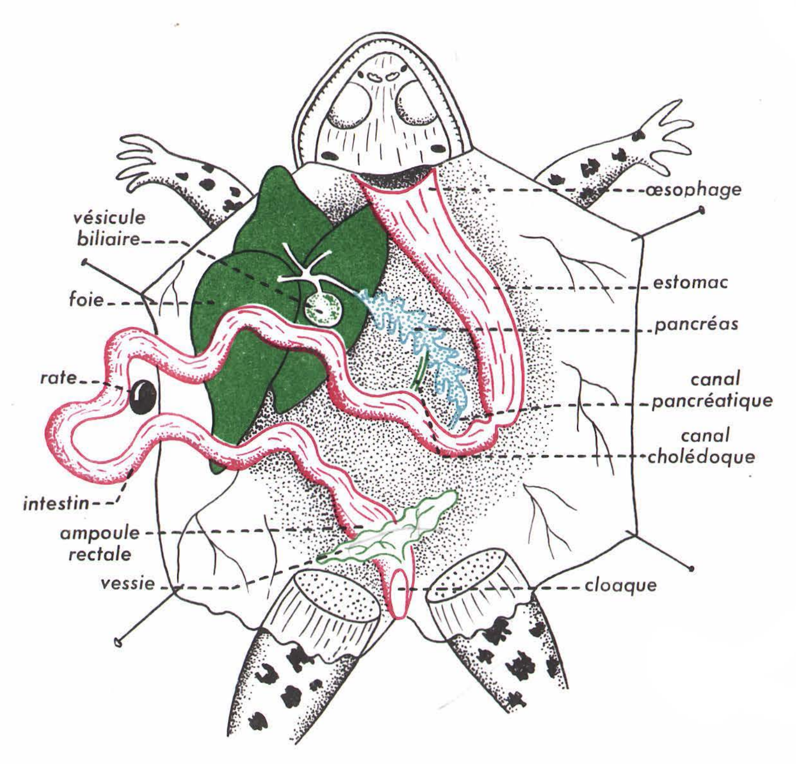


Fig. 226. - *Dissection de l'appareil digestif.*

continue, sans délimitation nette, par l'estomac ; on dégage le foie, puis on le retourne pour mettre en évidence les différents canaux biliaires. Enfin, on déroule l'intestin jusqu'au rectum ; la partie terminale de ce dernier, ou **cloaque,** n'est bien visible qu'après l'incision de la symphyse pubienne, point de soudure des deux pubis de la ceinture pelvienne (voir étude du squelette).

L'appareil disgestif se compose donc :

— D'un **œsophage** volumineux.

— D'un **estomac** qui communique par un orifice étroit, le **pylore,** avec le début de l'intestin **(duodénum).**

— D'un **intestin** présentant une série de circonvolutions et se terminant par une ampoule rectale.

— D'un **foie à quatre lobes** d'où sortent les **canaux hépatiques** qui se réunissent pour former le **canal cystique ;** ce dernier aboutit à la vésicule biliaire. Le **canal cholédoque** déverse la bile dans le duodénum.

— D'un **pancréas lobé** communiquant avec le duodénum par le canal pancréatique.

— Du **rectum** qui s'ouvre dans un **cloaque** où aboutissent également les uretères et les conduits génitaux.

La rate, bien qu'accolée à l'intestin, ne fait pas partie de l'appareil digestif. C'est un organe formateur de globules rouges, et il est seulement en rapport avec l'appareil circulatoire.

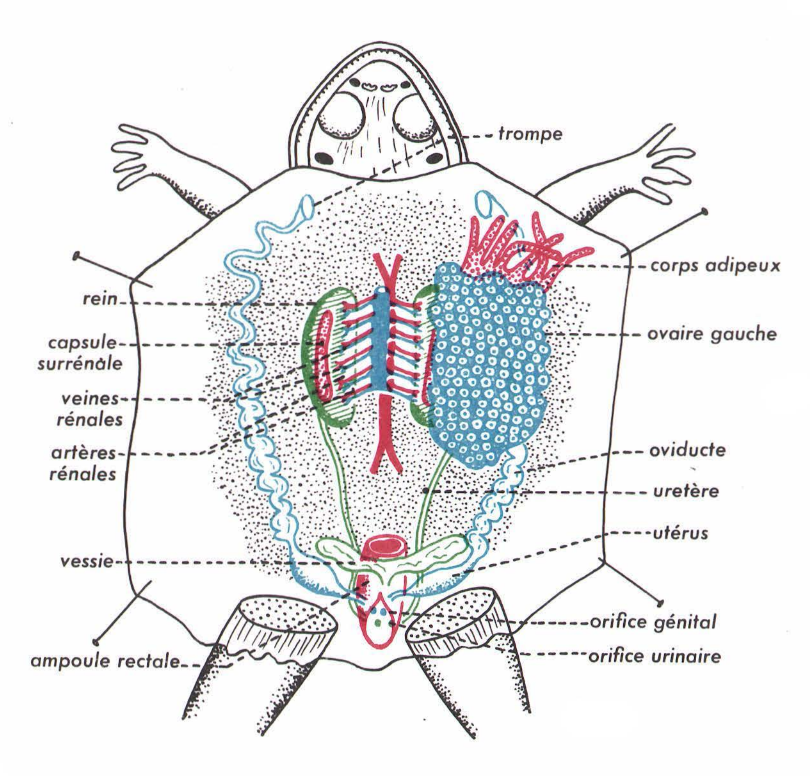


Fig. 227. - *Appareil uro-génital femelle (ovaire droit enlevé).*

E. - **Étude de l'appareil uro-génital.** Pour observer l'appareil uro-génital, il faut enlever tout l'appareil digestif.

a) **Appareil génital et appareil urinaire de la femelle** (fig. 227). A l'époque de la reproduction, les **deux ovaires** envahissent la cavité générale et masquent les autres organes. On retire l'un des ovaires pour observer les organes qu'il recouvre. Les ovaires sont surmontés d'organes jaunes découpés, appelés **corps adipeux,** qui jouent un rôle de réserve. A la hauteur du cœur, sous la ceinture scapulaire, se trouvent deux petits pavillons, les **trompes,** prolongées par deux **oviductes** sinueux qui se renflent à leur partie inférieure pour donner **deux utérus** s'ouvrant dans le cloaque. Lorsque les ovules sont mûrs, ils tombent dans la cavité générale et sont conduits jusqu'aux trompes par les mouvements de cils vibratiles.

Chez la femelle, il n'existe aucune communication entre l'appareil génital et l'appareil urinaire. Les **reins** sont deux organes symétriques allongés, de couleur brunâtre. Sur chacun d'eux, on peut observer une bande jaune clair, la **capsule surrénale.** De chaque rein part un **uretère** qui aboutit dans le cloaque. Entre les deux reins, l'aorte et la veine cave sont en rapport avec ces organes par des artères rénales afférentes et par des veines rénales efférentes. La **vessie,** non fonctionnelle, communique uniquement avec le cloaque.

b) **Appareil uro-génital mâle** (fig. 228). Chez le mâle, la disposition des reins est la même que chez la femelle. A côté de chaque rein, et du côté externe, se trouve un **testicule** ovale blanchâtre, surmonté d'un corps adipeux volumineux ; il en part de petits canaux très fins, les **canalicules spermatiques,** qui pénètrent dans chaque rein pour aller s'ouvrir dans les uretères. Il y a donc,

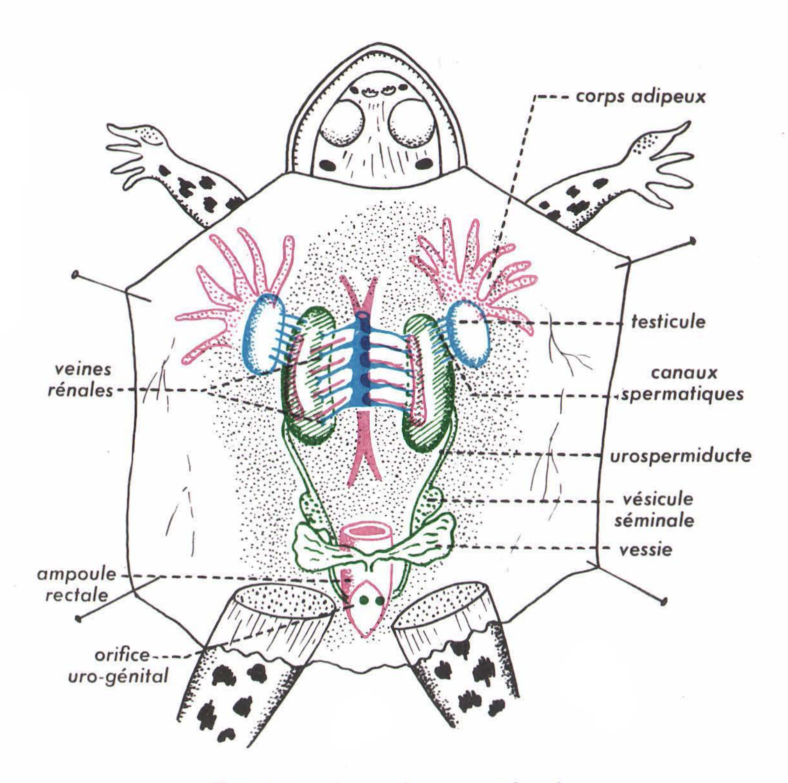


Fig. 228. - *Appareil uro-génital mâle.*

chez le mâle, des rapports étroits entre l'appareil génital et l'appareil urinaire. Les uretères, appelés **uro-spermiductes,** servent au transport de l'urine et des spermatozoïdes.

F. - **Étude du système nerveux.** Comme chez tous les vertébrés, le système nerveux de la Grenouille est formé par un axe céphalo-rachidien comprenant un **encéphale,** logé dans une boîte crânienne, et une **moelle épinière** logée dans le canal rachidien de la colonne vertébrale. De cet axe, partent des **nerfs crâniens** et des **nerfs rachidiens** (fig. 229).

Pour observer le système nerveux, on enlève tous les organes de la cavité générale. On voit alors la colonne vertébrale d'**où partent 10 paires de nerfs rachidiens.** En incisant le canal rachidien, on met à nu la moelle épinière. Parmi les nerfs rachidiens, repérer le **plexus brachial** et le **nerf sciatique** que l'on peut suivre dans la cuisse en ouvrant cette dernière du côté dorsal.

L'encéphale mérite une étude particulière. Pour l'observer, il faut détacher, à l'aide du scalpel, les os de la boîte crânienne sur la face dorsale de la tête. On voit alors (fig. 230) :

— Le **cerveau antérieur,** formé par les **hémisphères cérébraux** d'où partent, vers l'avant, les **lobes olfactifs.**

— Le **cerveau intermédiaire,** formé par les **couches optiques,** présente en son milieu une petite saillie arrondie : l'**épiphyse.**

— Le **cerveau moyen,** formé par les **tubercules bijumeaux,** très développés, d'où partent les **nerfs optiques.**

— Le **cerveau postérieur,** formé par le **cervelet,** peu développé.

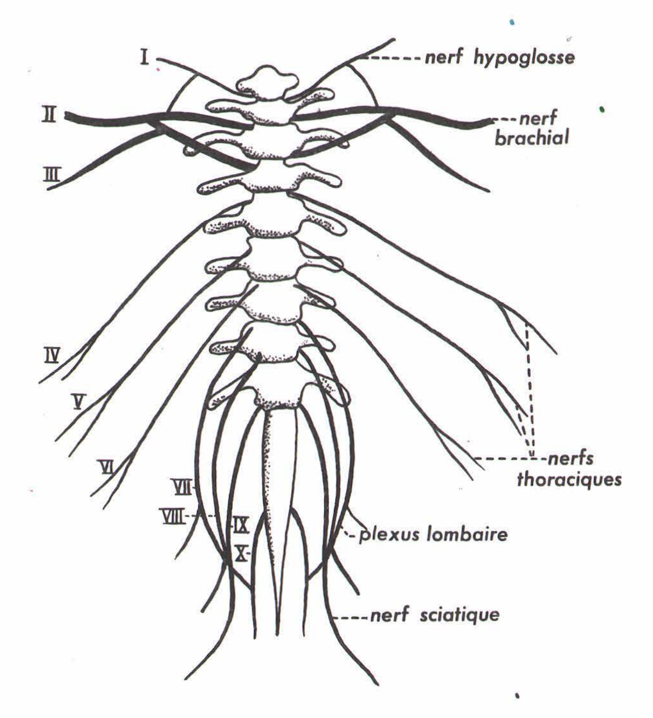


FIG. 229. - *Système nerveux rachidien de la Grenouille vu par la face ventrale.*

— Enfin, l'**arrière-cerveau,** constitué par le **bulbe rachidien,** présente une cavité triangulaire : le **quatrième ventricule.**

G. - **Le squelette de la Grenouille** (fig. 231).

a) **Le squelette du crâne** est constitué par une capsule cartilagineuse qui protège le cerveau et envoie des prolongements qui enveloppent les organes des sens : capsules olfactives, nasales, auditives. Ce squelette crânien est incomplet : il présente deux parties membraneuses bien visibles, les fontanelles.

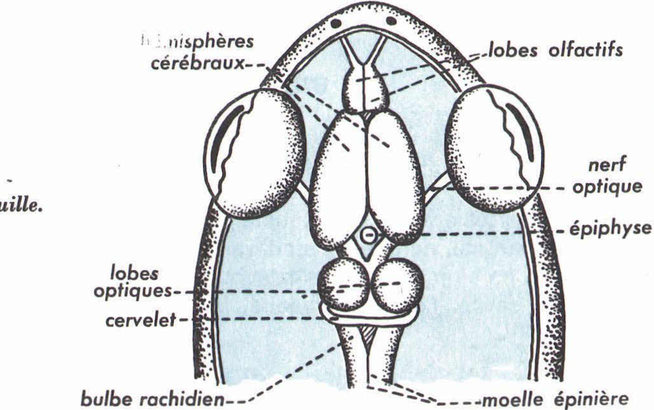


FIG. 230. - *L'encéphale de la Grenouille.*

b) **La colonne vertébrale** est formée de 10 vertèbres possédant chacune une apophyse épineuse et deux apophyses transverses. Parmi ces vertèbres, on distingue **une vertèbre cervicale** (vertèbre atlas), **7 vertèbres dorso-lombaires,** puis la neuvième vertèbre constitue le **sacrum,** et la dixième est transformée en une pièce allongée, l'**urostyle,** qui est fixée par sa base sur le sacrum.

Les côtes sont atrophiées et leurs vestiges soudés aux apophyses transverses des vertèbres. Notons encore que le sternum n'est pas relié aux côtes comme chez les vertébrés supérieurs.

c) **Les membres.** Comme chez tous les vertébrés tétrapodes, un membre présente une partie fixe, la **ceinture,** qui le rattache à la colonne vertébrale, et une partie mobile, le **membre proprement dit :**

— **Membre antérieur.** La partie fixe, ou **ceinture scapulaire,** est formée de trois os : l'**omoplate** située dorsalement, la **clavicule** et l'**os coracoïde.**

Le membre proprement dit comprend :

— L'**humérus** (os du bras).

— Le **radio-cubital** (os unique de l'avant-bras) formé par la soudure du radius et du cubitus.

— Les **carpiens,** ou os du poignet, disposés sur deux rangées superposées de trois petits os chacune.

— Les **5 métacarpiens,** os de la paume de la main.

— Les **doigts** au nombre de 4, auxquels on doit ajouter le pouce atrophié et réduit à une seule phalange.

— **Membre postérieur.** La partie fixe, ou **ceinture pelvienne,** comprend deux grandes pièces latérales attachées au sacrum, les **os iliaques** qui se réunissent au **pubis** et à l'**ischion.**

Le membre proprement dit comprend :

— Le **fémur** (os de la cuisse).

— Le **péronéo-tibial** formé par la soudure du tibia et du péroné ; c'est l'os de la jambe.

— Le **cou-de-pied** formé de deux parties bien distinctes : d'une part, deux tarsiens allongés (astragale et calcanéum) qui augmentent considérablement la longueur du pied, et, d'autre part, quatre petits tarsiens dont le plus interne forme une saillie simulant un doigt supplémentaire.

— La plante du pied, ou **métatarse,** formée de 5 métatarsiens.

— Les **5 doigts,** inégalement développés, (pouce et index ont deux phalanges, le médius 3, l'annulaire 4 et l'auriculaire 3).

Les membres antérieurs sont réduits ; les membres postérieurs, très développés, présentent, comme nous le verrons plus loin, une adaptation au saut et à la nage. Mais tous deux sont construits suivant un même type d'organisation.

2° BIOLOGIE DE LA GRENOUILLE

Sensibilité Il existe une **sensibilité générale tactile** due à de nombreux corpuscules du tact situés dans la peau.

Les **yeux,** bien développés, sont construits à peu près comme ceux des Poissons, mais trois paupières les protègent. La paupière inférieure, mobile, peut recouvrir l'œil. La troisième paupière, transparente, vient se placer devant le globe oculaire lorsque la Grenouille est dans l'eau.

L'**oreille** ne se manifeste à l'extérieur que par un tympan à fleur de peau ; au-dessous, se trouve une cavité, l'oreille **moyenne,** qui communique avec l'arrière-bouche par la trompe d'Eustache [1].

(1) Il existe également une oreille interne comme chez les Mammifères (voir note p. 142).

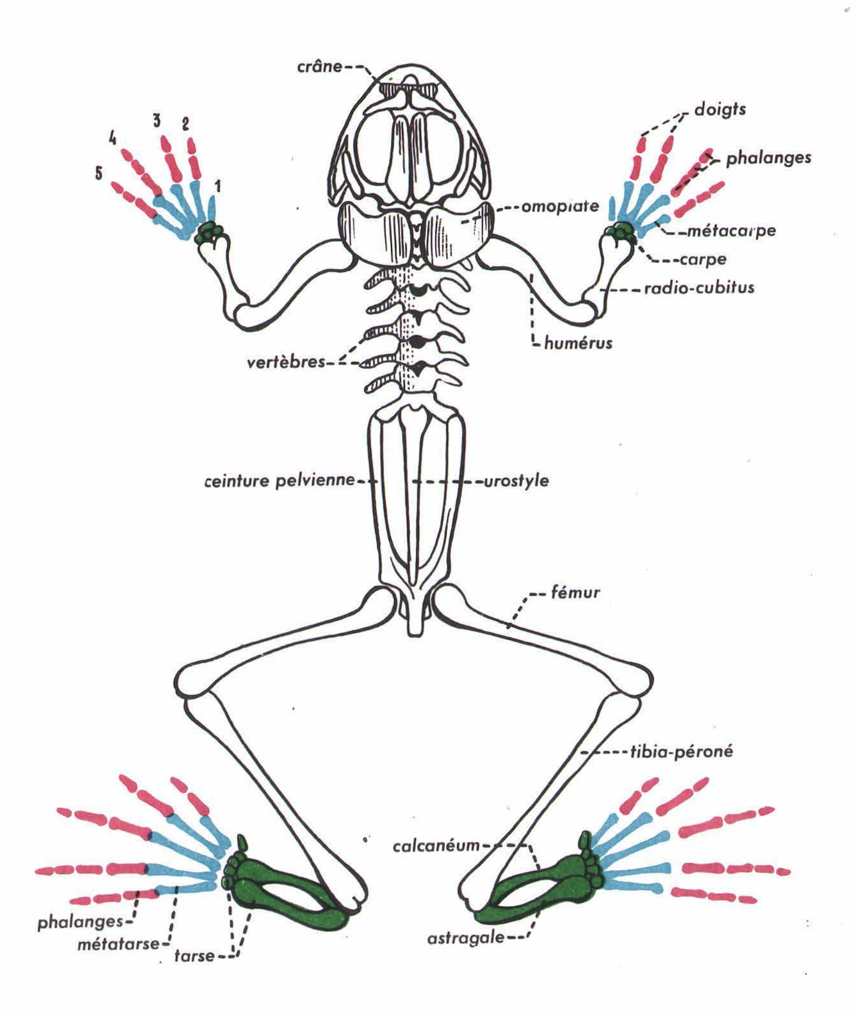


Fig. 231. - *Le squelette de la Grenouille.*

Les **fosses nasales** communiquent avec la cavité buccale par des orifices appelés **choanes** qui servent ainsi à la respiration.

Locomotion La Grenouille peut se déplacer dans l'eau et sur la terre ; aussi était-elle placée autrefois dans le groupe des Amphibiens. Ses membres postérieurs lui permettent, sur la terre ferme, de progresser par bonds successifs grâce à une **disposition particulière favorable au saut :** les trois parties du membre, à peu près de même longueur, sont, au repos, repliées les unes sur les autres, formant ainsi un ressort en Z qui peut se détendre brusquement pour projeter la Grenouille en avant.

Par la présence d'une membrane palmaire tendue entre les doigts, le membre postérieur présente également une **adaptation à la nage.** Cette membrane forme, entre les doigts écartés, une large surface d'appui pour la propulsion dans l'eau.

La Grenouille est donc adaptée au **saut** et à la **nage.**

Nutrition La Grenouille se nourrit d'Insectes, de larves, de Limaces, qu'elle capture avec sa langue gluante ; celle-ci, fixée comme nous l'avons vu sur le bord du maxillaire inférieur, est projetée en avant sur la proie qu'elle englue. Ensuite elle se rabat à l'intérieur de la bouche. Les dents maxillaires et vomériennes servent davantage à retenir les proies qu'à les mastiquer.

La Grenouille se nourrit abondamment pendant la belle saison, mais l'hiver les proies disparaissent et la Grenouille cesse de se nourrir ; elle se cache alors sous les pierres, dans la vase, et passe la mauvaise saison à l'état de vie ralentie ; c'est la période d'**hibernation.** L'hibernation est provoquée par la raréfaction de la nourriture et le refroidissement du corps. En effet, la Grenouille est un Vertébré à **température variable.**

Circulation (fig. 232) Le **cœur** est pourvu de trois cavités : **deux oreillettes** et **un ventricule ;** l'oreillette droite reçoit du sang noir, l'oreillette gauche du sang rouge (fig. 225). Il semble donc, à priori, que dans le ventricule il y ait un mélange de sang rouge et de sang noir. En réalité ce mélange n'est que partiel, car le tronc aortique qui part du ventricule est divisé en deux rampes par une cloison interne. Le sang veineux venant de l'oreillette droite remplit d'abord le ventricule, et au début de la contraction ventriculaire est chassé dans la rampe pulmonaire, rampe qui envoie le sang aux poumons. Ensuite, l'oreillette gauche se contracte à son tour, le ventricule se remplit de sang rouge, lequel est chassé à la fin de la contraction dans la rampe aortique qui distribue le sang aux organes. La séparation des sangs rouge et noir est ainsi à peu près complète, mais une anastomose entre l'artère pulmonaire et l'aorte laisse passer un peu de sang veineux dans le circuit artériel. Le **sang circulant est donc un mélange de sang rouge et de sang noir.**

Les globules rouges du sang de la Grenouille, de forme elliptique, ont une grande taille : 20 microns environ. Ils sont pourvus d'un noyau.

Respiration Chez la Grenouille adulte, la respiration est **pulmonaire** et **cutanée.** Les **poumons** sont de simples sacs à parois minces plissées en alvéoles. Comme les côtes ne sont pas développées, l'introduction de l'air dans les poumons est réalisée par des mouvements de déglutition et, en définitive, le rôle respiratoire des poumons est assez réduit. Au contraire, la respiration cutanée est importante ; la peau est très richement vascularisée, mais les échanges gazeux ne s'effectuent que si la peau est maintenue constamment humide. La sécrétion de mucus par les glandes cutanées réparties sur toute la surface de la peau joue donc un rôle très important.

Reproduction Les femelles ne sont adultes et aptes à la reproduction qu'à l'âge de quatre ans. Elles pondent, en avril et mai, de 5 à 10 000 œufs formant des amas gélatineux dans l'eau.

Il y a accouplement, mais la fécondation est toujours externe, les mâles rejetant les spermatozoïdes au fur et à mesure de la ponte des œufs. Les œufs fécondés tombent dans l'eau où leur enveloppe gélatineuse gonfle ; ils sont réunis en grappes volumineuses. Le développement dure trois mois ; il est facile d'en étudier les principales étapes en recueillant les œufs fécondés et en les conservant dans des aquariums bien aérés où l'eau est fréquemment renouvelée.

a) **Étude de l'œuf fécondé.** L'observation se fait dans un peu d'eau à la loupe binoculaire. L'œuf proprement dit est une cellule arrondie, d'environ 2 millimètres de diamètre, entourée par une enveloppe gélatineuse que sécrète la paroi de l'utérus. L'œuf a une couleur noirâtre sur presque toute sa surface, sauf une portion blanche vers la partie inférieure **(pôle blanc).** Entre ces deux parties, se trouve une portion grisâtre appelée **croissant gris.** Le **pôle noir,** ou **pôle animal,** est la partie de l'œuf qui renferme le noyau, tandis que le **pôle blanc,** appelé aussi **pôle végétatif,** renferme les substances nutritives, ou **vitellus** (fig. 233).

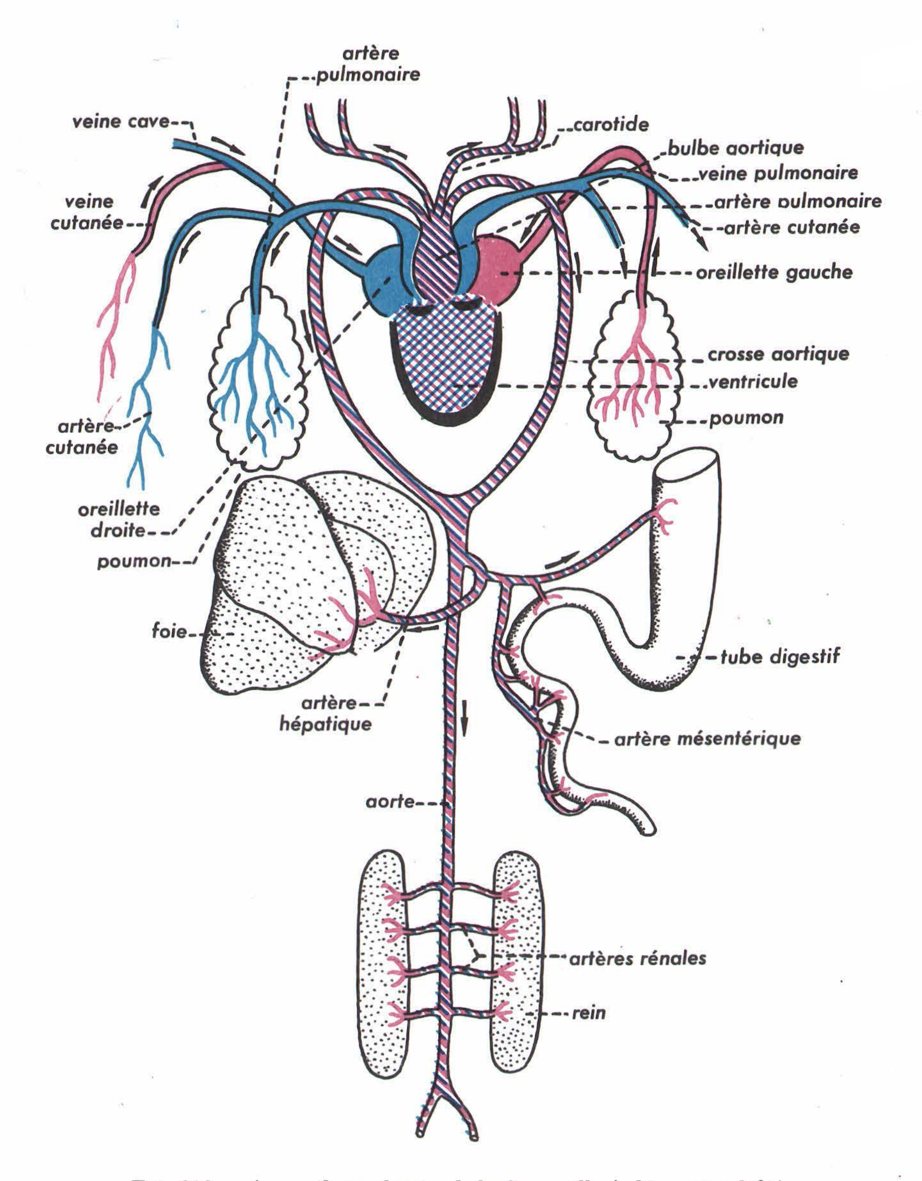


Fig. 232. - *Appareil circulatoire de la Grenouille (schéma simplifié).*

Au cours de la fécondation, un spermatozoïde traverse l'enveloppe gélatineuse encore mince, car elle n'a pas touché l'eau, et vient féconder l'œuf. Cette fécondation déclenchera le développement embryologique qui aboutira à la formation du têtard. On peut observer facilement les premières étapes de ce développement (fig. 233).

b) **Développement du têtard.** A l'éclosion, le **têtard** est minuscule et dépourvu de queue. La bouche n'est pas encore formée : au début de sa vie libre, le têtard ne se nourrit pas et subsiste à partir des matières nutritives d'origine vitelline. Sous la tête, on observe un appareil adhésif qui lui permet de se fixer au fond de l'eau ou sur les plantes aquatiques, car il est encore

incapable de nager. Sur les côtés de la tête, quatre paires de fentes branchiales sont bien visibles. A ce stade, le têtard respire l'air dissous dans l'eau à la façon d'un poisson cartilagineux.

Dans les jours suivants, on assiste au développement de la queue, aplatie latéralement, et qui possède sur les côtés des muscles disposés obliquement. A ce stade se développent des **branchies externes ;** ce sont de petites houppes riches en capillaires sanguins. Le sang qui y circule s'enrichit en oxygène et se débarrasse de son gaz carbonique. Oxygène et gaz carbonique traversent aisément la peau fine des branchies. Puis la bouche se forme, dépourvue de dents, mais munie d'un petit bec corné. Le têtard absorbe maintenant de la nourriture constituée par des algues microscopiques et des infusoires. Les yeux sont bien formés.

Les branchies externes disparaissent, cachées par un repli de la peau qui se forme en avant d'elles et s'étend vers l'arrière. Ce repli, qui se soude à la paroi du corps et ne laisse plus qu'un orifice appelé spiracle, tient donc la place de l'opercule des Poissons osseux. Il recouvre une cavité où se sont développées des **branchies internes.** Le têtard respire maintenant comme un Poisson osseux, les branchies internes baignant dans un courant d'eau qui pénètre par la bouche et ressort par le spiracle.

Un certain temps après la formation des branchies internes, on voit apparaître les **membres postérieurs.** Ensuite, les **membres antérieurs** apparaissent ; ils se sont développés dans la cavité sous-operculaire et sont sortis en perçant l'opercule. Au fur et à mesure que les membres se développent, la queue s'atrophie.

Enfin, le spiracle se ferme et les branchies ne peuvent plus jouer leur rôle. Mais à ce moment, les **poumons,** qui se sont formés pendant l'édification des membres, commencent à fonctionner. Le passage de la respiration branchiale à la respiration pulmonaire entraîne des modifications profondes dans la disposition de l'appareil circulatoire du têtard. Cet appareil était, au début du développement, analogue à celui d'un Poisson, avec un cœur ventral à deux cavités (une oreillette et un ventricule). La transformation du têtard en Grenouille s'accompagne de modifications dans la structure du cœur (trois cavités) et dans la disposition des vaisseaux sanguins. Le cœur du têtard, qui ne recevait que du sang noir, reçoit maintenant du sang noir par l'oreillette droite, et du sang rouge venant des poumons par l'oreillette gauche.

Ainsi, le têtard, **animal à vie aquatique,** s'est transformé en une petite Grenouille, **animal à vie terrestre.** La petite Grenouille sort de l'eau, et cette sortie s'effectue souvent au même moment pour toutes les Grenouilles provenant d'une même ponte ; comme ce phénomène se produit fréquemment à la faveur d'une pluie, on pensait autrefois qu'il existait des « pluies de Grenouilles ».

Comme on le voit, le développement de la Grenouille s'accompagne de métamorphoses importantes.

3° PLACE DE LA GRENOUILLE DANS LA CLASSIFICATION

La **Grenouille,** comme le Gardon, possède une colonne vertébrale. Elle appartient donc à l'**embranchement des VERTÉBRÉS,** mais c'est un **Vertébré Tétrapode** (à quatre membres).

— Sa peau nue et humide, sa respiration cutanée active, ses métamorphoses, la placent dans la classe des **BATRACIENS.**

— Comme elle est dépourvue de queue à l'état adulte, c'est un **BATRACIEN** de l'ordre des **ANOURES.**

Le **Triton,** commun dans les eaux douces, possède une queue à l'état adulte : c'est un Batracien **URODÈLE.**

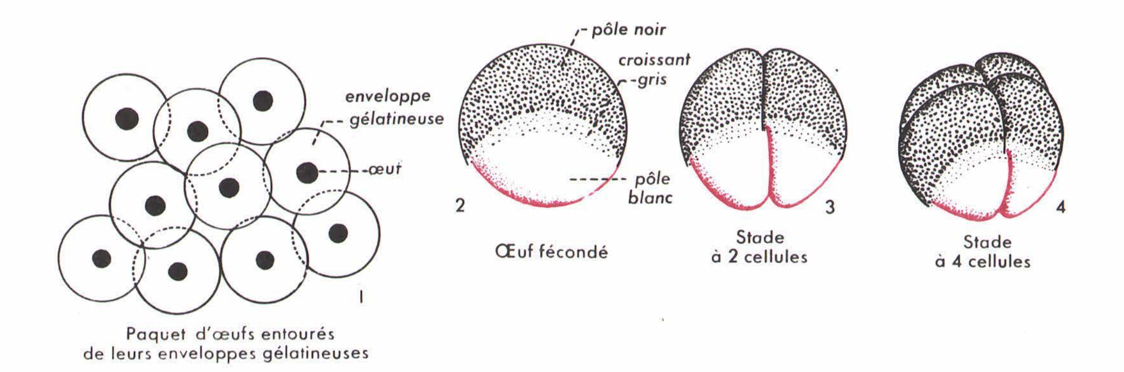
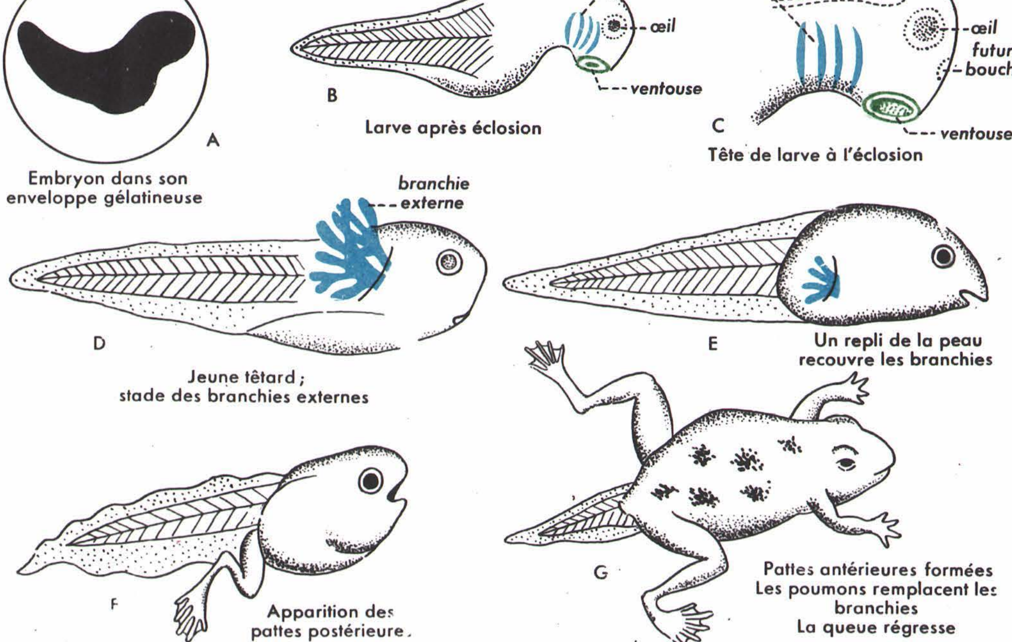


Fig. 233. - *Les premiers stades du développement de l'œuf de Grenouille.*

Fig. 234. - *Les métamorphoses de la Grenouille.*





18

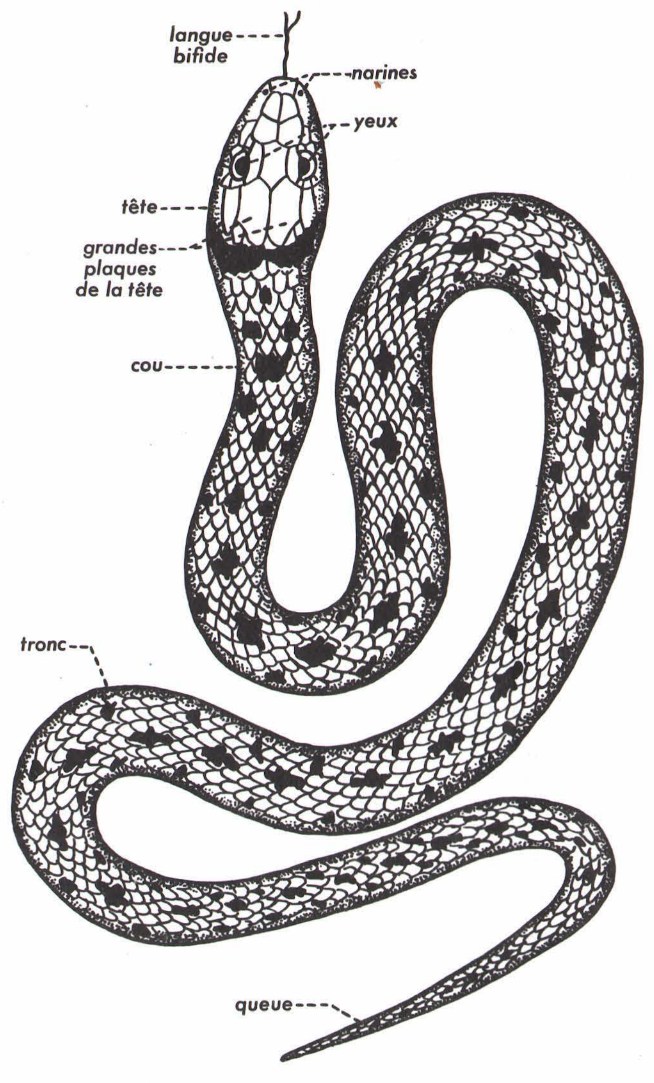


FIG. 235. - *La Couleuvre à collier.*

LA COULEUVRE A COLLIER

La Couleuvre à collier (fig. 235), commune dans toute la France, est un serpent qui vit au voisinage des étangs, des mares et des cours d'eau ; elle va fréquemment dans l'eau où elle nage avec facilité. Sa nourriture comprend surtout des batraciens : Grenouilles, Tritons, jeunes Crapauds. La Couleuvre à collier est inoffensive pour l'Homme.

1° DESCRIPTION ET STRUCTURE

Anatomie externe Pour tuer les Couleuvres, on les place dans un bocal contenant un tampon de coton imbibé de chloroforme. Elles sont très résistantes et il faut prendre la précaution de les laisser dans le bocal plusieurs minutes après la disparition des mouvements. Le corps, dont la longueur peut dépasser le mètre, se divise en trois parties : la tête, le tronc et la queue.

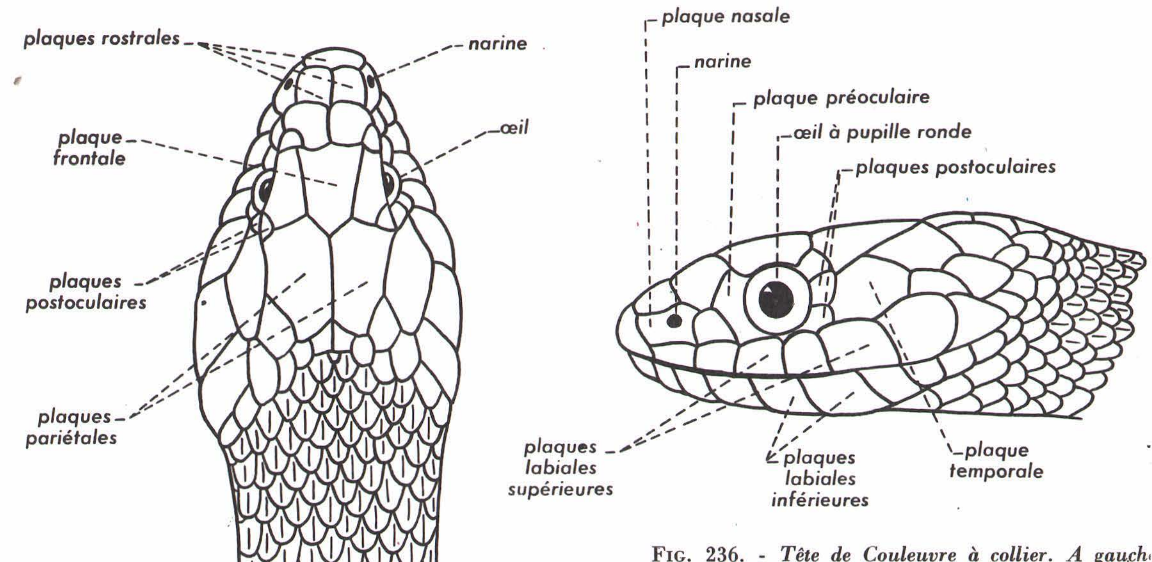


FIG. 236. - *Tête de Couleuvre à collier. A gauche face dorsale ; à droite, de profil.*

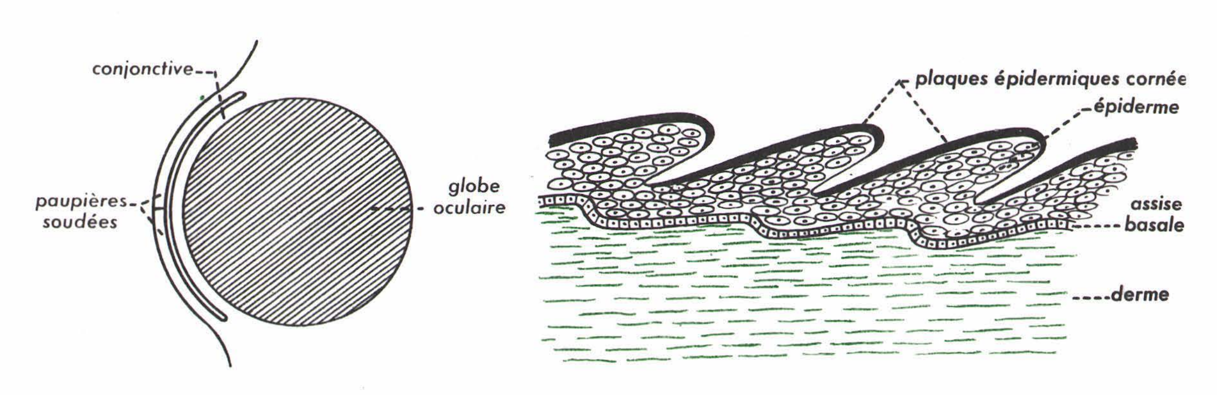


FIG. 237. - ***Les paupières de la Couleuvre sont soudées et transparentes.***

FIG. 238. - ***Structure de la peau de la Couleuvre (schématique).***

a) **La tête** (fig. 236). La tête, de forme ovale, présente en arrière deux taches obliques et allongées, qui ont fait donner à cette espèce le nom de Couleuvre à collier. Sur sa face dorsale, la tête porte **neuf grandes plaques cornées** de forme polygonale. Latéralement, en particulier autour de l'œil et au-dessus du maxillaire supérieur, les plaques sont plus réduites ; leur disposition est importante, car elle est utilisée pour la détermination et la classification des Couleuvres et des Vipères. Les yeux, situés latéralement, ont une pupille ronde, et les paupières, devenues transparentes, se sont soudées l'une à l'autre sur la face antérieure de l'œil, ce qui donne au regard des serpents sa fixité particulière (fig. 237).

b) **Le tronc** (fig. 235). Le tronc est allongé et souple ; sa couleur passe du gris verdâtre sur le dos au jaune verdâtre sur la face ventrale. La face dorsale du tronc est entièrement recouverte de petites écailles cornées carénées en leur milieu, allongées dans le sens de la longueur et se recouvrant légèrement les unes les autres (fig. 238). Sur la face ventrale, les plaques, nettement plus grandes, sont allongées transversalement et disposées sur une seule rangée (fig. 239).

A l'extrémité postérieure du tronc, sur la face ventrale, on observe l'**orifice cloacal,** facilement repérable, car il est précédé d'une paire de **plaques préanales** bien visibles sur la fig. 239. Chez le mâle, cet orifice est pourvu de glandes qui sécrètent un liquide dégageant une odeur désagréable.

c) **La queue.** La queue commence immédiatement en arrière de l'orifice cloacal. Elle est longue et effilée (fig. 235) ; dorsalement, des écailles semblables à celles du tronc la recouvrent, mais ventralement elle porte une double rangée de plaques transversales (fig. 239).

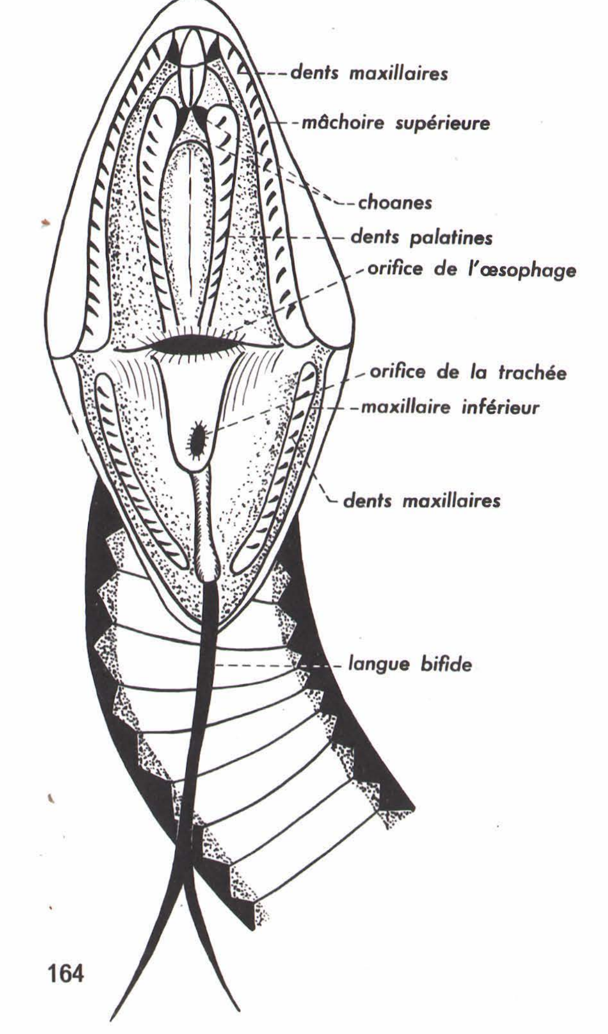
Anatomie interne a) **Étude de la cavité buccale.** On incise de chaque côté les commissures labiales pour ouvrir très largement la cavité buccale en écartant les mâchoires. Les maxillaires s'écartent très facilement l'un de l'autre grâce à une articulation particulière de la mâchoire inférieure (voir étude du squelette). Dans la cavité buccale on observe (fig. 240) :

— Des **dents maxillaires,** nombreuses, petites, dirigées vers l'arrière ; des **dents palatines,** moins nombreuses, situées sur le palais.

Fig. 239. - *Disposition des plaques sur la face ventrale de la Couleuvre.*

plaques du tronc
2 plaques préanales
anus
plaques de la queue

Fig. 240. - *La cavité buccale de la Couleuvre à collier.*



— Sur la partie antérieure du palais, une paire d'orifices, les **choanes,** qui font communiquer la bouche avec les fosses nasales.

— Dans le fond de la cavité buccale, la **glotte,** orifice de la trachée, et, en arrière, un orifice en forme de large fente, le début de l'**œsophage.**

— En arrière du bord du maxillaire inférieur, une gaine allongée, la **gaine de la langue,** d'où sort une longue langue bifide et rétractile.

Remarque. - La Couleuvre à collier n'a pas de crochets venimeux ; cependant, une Couleuvre assez commune dans le Midi de la France, la **Couleuvre de Montpellier,** est pourvue de dents venimeuses comparables à celles des Vipères. Elles lui servent à tuer ses proies (Lézards, Oiseaux, petits Mammifères), mais sa morsure est inoffensive pour l'homme.

b) **Dissection générale.** On incise l'animal sur la face ventrale en pratiquant une ouverture en avant de l'orifice cloacal ; on poursuit l'incision jusqu'au niveau de la mâchoire inférieure.

La cavité générale est unique : l'absence de diaphragme ne permet pas de distinguer une cavité thoracique et une cavité abdominale. On observe, de l'avant vers l'arrière (fig. 241) :

— L'**étui de la langue,** la **trachée,** très longue, aboutissant à un seul poumon, le **poumon droit.**

— Au-dessous de la trachée, l'**œsophage,** large et allongé.

— A peu près au tiers antérieur de la cavité et sur la ligne médiane, le **cœur** avec ses deux oreillettes et un seul ventricule.

— Au-dessous du cœur et longeant le poumon, le **foie,** long et volumineux.

— Dans la partie postérieure de la cavité, les circonvolutions de l'**intestin** recouvrent les appareils génital et urinaire.

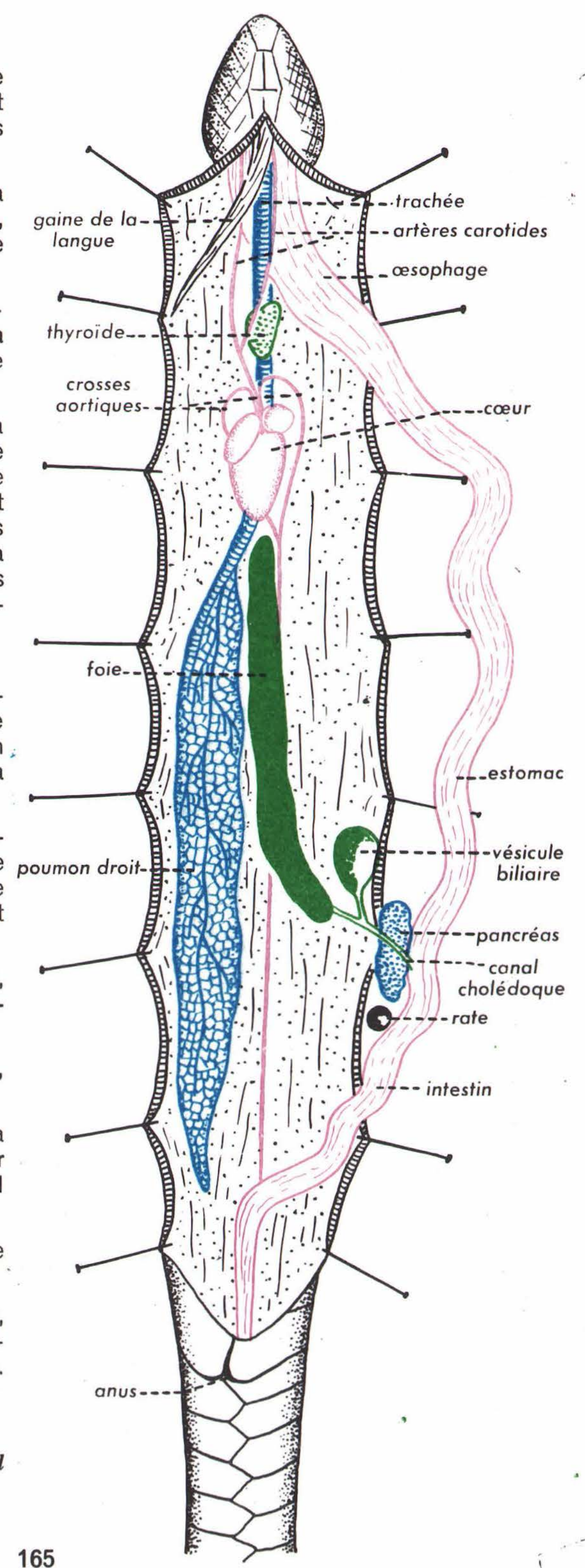


Fig. 241. - *Couleuvre disséquée (l'appareil uro-génital n'est pas représenté).*

c) **Étude du cœur** (fig. 242). Inciser le **péricarde :** on aperçoit très nettement **deux oreillettes** rouge foncé et **un ventricule** plus pâle. Du ventricule partent :

— **Une paire de crosses aortiques** qui se recourbent vers l'arrière et se rejoignent sur la ligne médiane du corps en une aorte unique.

— **Une paire d'artères pulmonaires ;** seule l'artère pulmonaire droite, bien développée, conduit le sang au poumon.

A l'oreillette droite aboutissent **deux veines caves supérieures** et **une veine cave inférieure.** A l'oreillette gauche aboutit la **veine pulmonaire** par laquelle le sang qui traverse le poumon retourne au cœur.

Si l'animal est simplement endormi, couper ces vaisseaux et détacher le cœur pour l'observer dans de l'eau physiologique où les battements peuvent se poursuivre, ce qui permet d'observer le fonctionnement de cet organe.

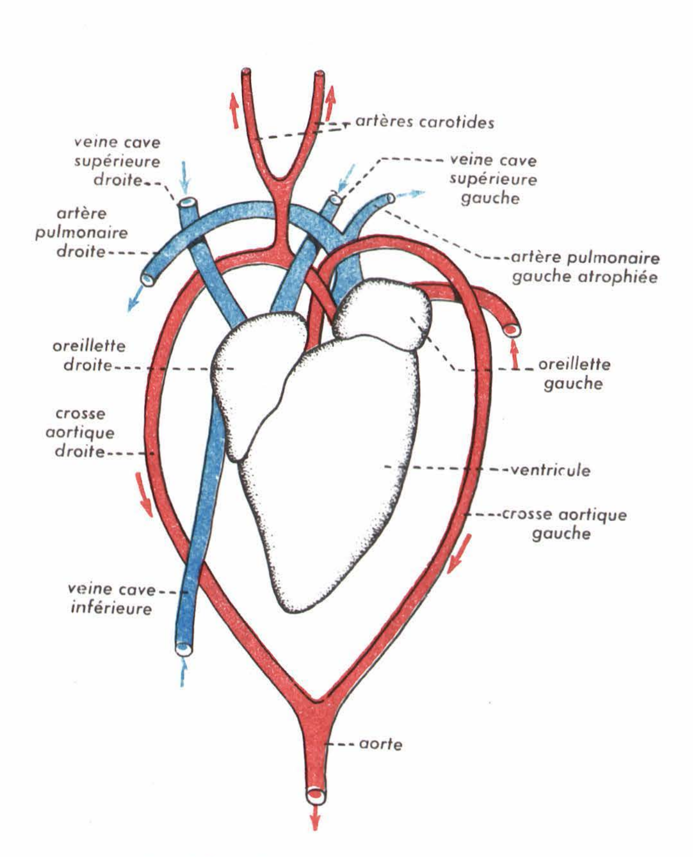


FIG. 242. - *Le cœur et les vaisseaux sanguins de la région cardiaque.*

d) **Étude de l'appareil respiratoire** (fig. 241). La **glotte,** visible dans la cavité buccale, donne accès dans une longue **trachée,** recouverte en son milieu par une masse blanchâtre que forment deux glandes : le **thymus** et la **thyroïde.** Cette trachée aboutit à un **poumon unique,** le poumon droit, en forme de sac très allongé, à parois très fines, et dont la partie antérieure a un aspect spongieux, tandis que la partie postérieure est lisse et transparente.

e) **Étude de l'appareil digestif** (fig. 241). **L'œsophage,** large et long, se poursuit, sans délimitation marquée, par un estomac qui se continue en un **intestin** sinueux dont le **rectum** aboutit au **cloaque.** Les parois de l'œsophage et de l'estomac sont très élastiques et permettent à des proies volumineuses d'y circuler lentement.

Les glandes digestives sont constituées par un **foie** volumineux et allongé ; la **vésicule biliaire,** bien distincte, communique d'une part avec le foie par le **canal cystique** et le **canal hépatique,** d'autre part avec l'intestin par le **canal cholédoque.** Ce dernier, avant de déboucher dans l'intestin, traverse le **pancréas,** assez réduit ; le suc pancréatique se déverse dans le canal cholédoque par l'intermédiaire du **canal pancréatique.**

Remarque. - Ce tube digestif est maintenu en place par une membrane plus ou moins adipeuse, le **mésentère.** La **rate,** sphérique, rouge foncé, se trouve au voisinage de l'intestin mais est sans relations avec l'appareil digestif.

f) **Étude de l'appareil excréteur et de l'appareil génital** (fig. 243). Enlever l'appareil respiratoire et l'appareil digestif. Pour ce dernier, on prend la précaution de couper le rectum à un centimètre environ du cloaque. On peut alors observer dans la partie dorsale de la cavité générale :

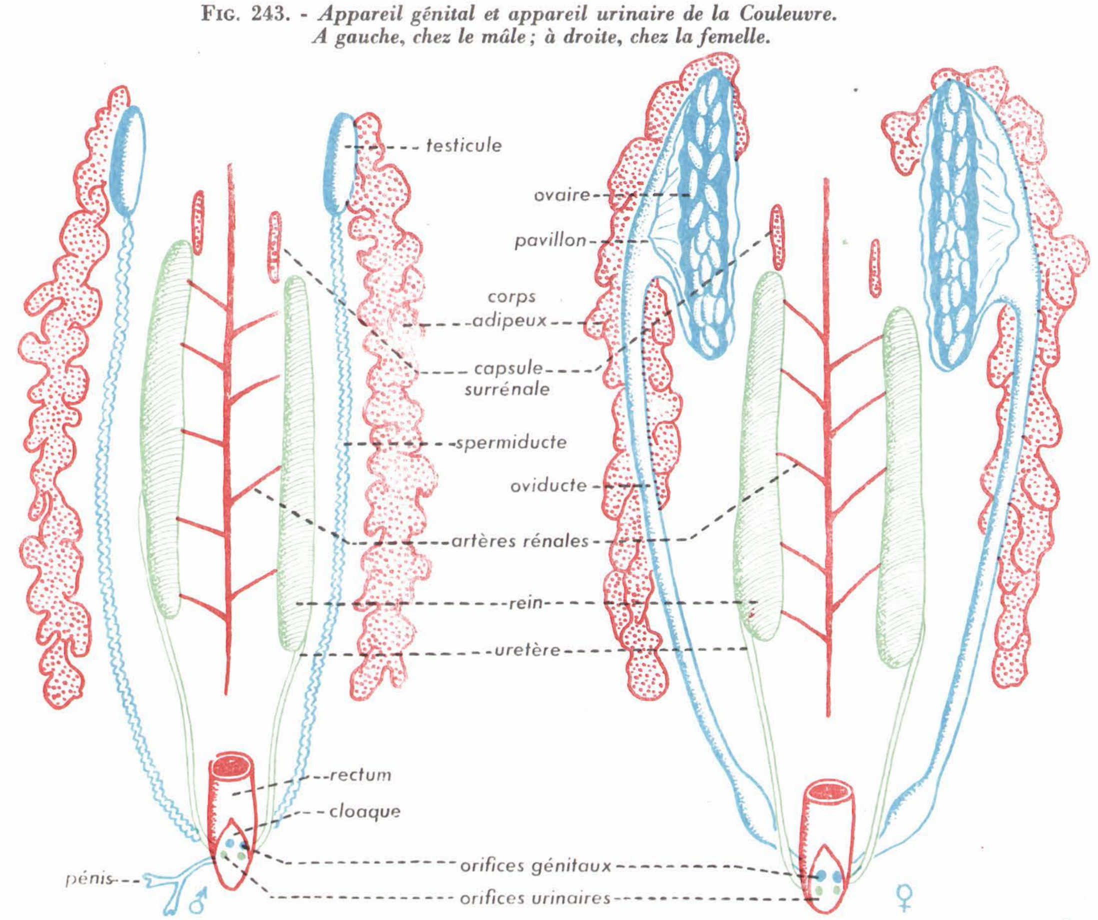
— **L'appareil excréteur** constitué par **deux reins allongés,** légèrement décalés dans le sens de la longueur. Au-dessus de chacun d'eux, se trouve une capsule allongée, la **capsule surrénale ;** les deux **uretères** qui partent des reins se jettent dans le cloaque par **deux orifices urinaires.**

— **L'appareil génital** n'a aucune communication avec l'appareil urinaire. Les sexes sont séparés (fig. 243).

— **L'appareil génital mâle** comprend deux testicules blanchâtres situés au-dessus de chaque rein ; il en part **deux spermiductes** sinueux qui vont se jeter dans le cloaque par **deux orifices génitaux mâles.** Au niveau du cloaque, on peut voir un **pénis bifide.** Les organes de cet appareil sont enveloppés par des lobes de tissu adipeux.

— **L'appareil génital femelle** est formé par **deux ovaires** volumineux qui, à l'époque de la reproduction, contiennent des œufs en formation. A maturité, ces œufs se détachent et sont recueillis par **deux pavillons** volumineux se poursuivant par **deux oviductes ;** ces derniers débouchent dans le cloaque par **deux orifices génitaux femelles.** Comme chez le mâle, cet appareil est entouré d'un abondant tissu adipeux.

FIG. 243. - *Appareil génital et appareil urinaire de la Couleuvre. A gauche, chez le mâle ; à droite, chez la femelle.*



g) **Étude de l'encéphale** (fig. 244). Pour étudier l'encéphale, on enlève les plaques cornées de la face dorsale de la tête et, à l'aide du scalpel, on détache délicatement les os du crâne. L'ensemble de l'encéphale est alors bien visible :

— Les **hémisphères cérébraux** sont peu développés.

— Entre les hémisphères cérébraux et les **lobes optiques** se trouve un petit organe arrondi, **l'épiphyse,** ou glande pinéale, qui est parfois interprété comme le vestige d'un troisième œil ; cet organe est beaucoup plus développé chez d'autres Reptiles, par exemple chez l'Hatteria de Nouvelle-Zélande.

— Le **cervelet** est réduit ; il se continue vers l'arrière par le **bulbe rachidien** et la **moelle épinière.**

h) **Étude du squelette.** Cette étude peut se faire sur un squelette du commerce. Le **squelette de la tête** (fig. 245) est entièrement ossifié ; on peut observer le mode d'articulation de la

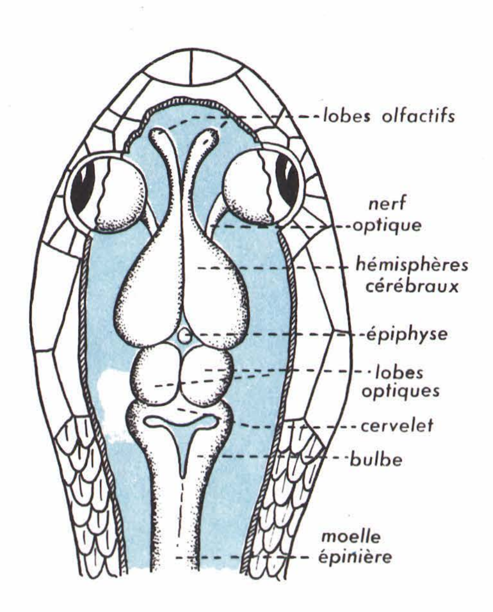


FIG. 244. - *L'encéphale de la Couleuvre.*

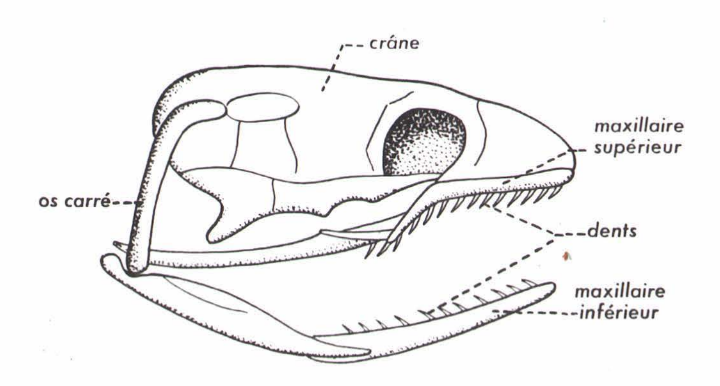


FIG. 245. - *Squelette de la tête de la Couleuvre.*

mâchoire inférieure. Le maxillaire inférieur s'articule avec le crâne par l'intermédiaire de l'**os carré** qui, en pivotant, peut prendre une direction verticale et écarter le maxillaire inférieur vers le bas. D'autre part, le maxillaire inférieur est formé de deux os qui ne sont pas soudés en avant, mais simplement réunis par un ligament élastique pouvant s'allonger considérablement. Ces mécanismes permettent une dilatation de la bouche dans le sens vertical et dans le sens horizontal.

Le squelette du tronc est formé, comme chez tous les Vertébrés, par la juxtaposition de vertèbres qui sont ici très nombreuses. Toutes ces vertèbres, sauf la première appelée **atlas,** portent chacune une paire de côtes flottantes, car le sternum est absent ; cette disposition permet la dilatation du corps lorsque la Couleuvre a avalé une proie volumineuse. On n'observe aucun squelette correspondant aux membres ni même aux ceintures.

Le squelette de la queue est formé, lui aussi, par de nombreuses vertèbres qui se distinguent de celles du tronc par l'absence de côtes.

2° BIOLOGIE DE LA COULEUVRE

Sensibilité **Les yeux** sont perfectionnés. Les globes oculaires ont une forme nettement sphérique ; ils sont formés de plusieurs membranes : sclérotique, choroïde, rétine. On trouve également plusieurs milieux transparents : cornée, humeur aqueuse, cristallin, humeur vitrée. Nous retrouverons ces membranes et ces milieux transparents chez les Oiseaux et chez les Mammifères. Les paupières paraissent faire défaut ; en réalité, nous savons qu'elles sont transparentes et soudées en avant de l'œil.

L'appareil auditif ne comprend qu'une oreille interne. Il ne possède ni tympan, ni oreille moyenne (il n'y a donc pas d'orifices de trompes d'Eustache dans la cavité buccale). Cet appareil auditif est particulier aux Serpents ; les autres Reptiles sont pourvus d'une oreille moyenne et d'une oreille interne.

Si l'ouïe n'est pas très développée en apparence, le sens de l'**odorat**, par contre, paraît très aigu. La **langue,** particulièrement sensible, s'agite constamment au contact du sol et renseigne l'animal sur sa nature et ses odeurs. En effet, la langue, fourchue et mobile, fonctionne comme un véritable **organe olfactif.** Son extrémité peut pénétrer dans deux fossettes richement innervées situées entre les fosses nasales et le palais, et y apporter les particules odorantes qu'elle a recueillies.

Locomotion La Couleuvre, malgré l'absence de membres, peut se déplacer par de rapides mouvements de reptation. Ce mode de locomotion est réalisé par des oscillations rapides du tronc, et l'animal se propulse en avant en prenant appui sur ses larges plaques ventrales transversales, qui s'accrochent sur le sol comme les chevrons des roues d'un tracteur. Les côtes jouent un rôle important dans ce mode de locomotion. Elles adhèrent par leurs extrémités libres aux plaques cornées de la face ventrale, et appuient sur elles pour les faire s'accrocher aux aspérités du sol. Lorsque la côte est tirée vers l'avant par les muscles, la plaque correspondante se redresse et prend appui sur le sol.

Nutrition Les serpents sont essentiellement carnassiers ; la Couleuvre se nourrit de proies qu'elle capture au voisinage des eaux. Les Grenouilles, par exemple, sont saisies et retenues dans la bouche par les petites dents recourbées vers l'arrière. Nous savons que la bouche peut s'ouvrir largement, et que les proies peuvent circuler lentement dans un œsophage et un estomac élastique, grâce à la dilatation du corps permise par l'absence de sternum. Les sucs digestifs sont doués d'une très grande activité et capables de digérer des proies très grosses avec tous les tissus, tissu osseux compris. Cette digestion est évidemment très longue.

Circulation *(fig. 246)* Comme nous l'avons vu, le cœur est à trois cavités : un ventricule et deux oreillettes. L'oreillette droite reçoit le sang noir apporté par les veines caves, et l'oreillette gauche le sang rouge apporté par la veine pulmonaire. Il devrait donc

y avoir un mélange de sang rouge et de sang noir dans le ventricule unique, mais celui-ci est divisé en deux loges par une cloison incomplète (fig. 246). Au début de la contraction ventriculaire, la plus grande partie du sang noir est chassée dans l'artère pulmonaire. Ensuite, un mélange de sang noir et de sang rouge est envoyé dans les deux crosses aortiques ; la crosse droite reçoit une plus grande quantité de sang rouge que la crosse gauche. Par suite de cette disposition, la tête et la partie antérieure du corps, qui sont irriguées par les carotides se détachant de la crosse droite, reçoivent un sang rouge plus riche en oxygène que celui qui est envoyé dans les autres parties du corps.

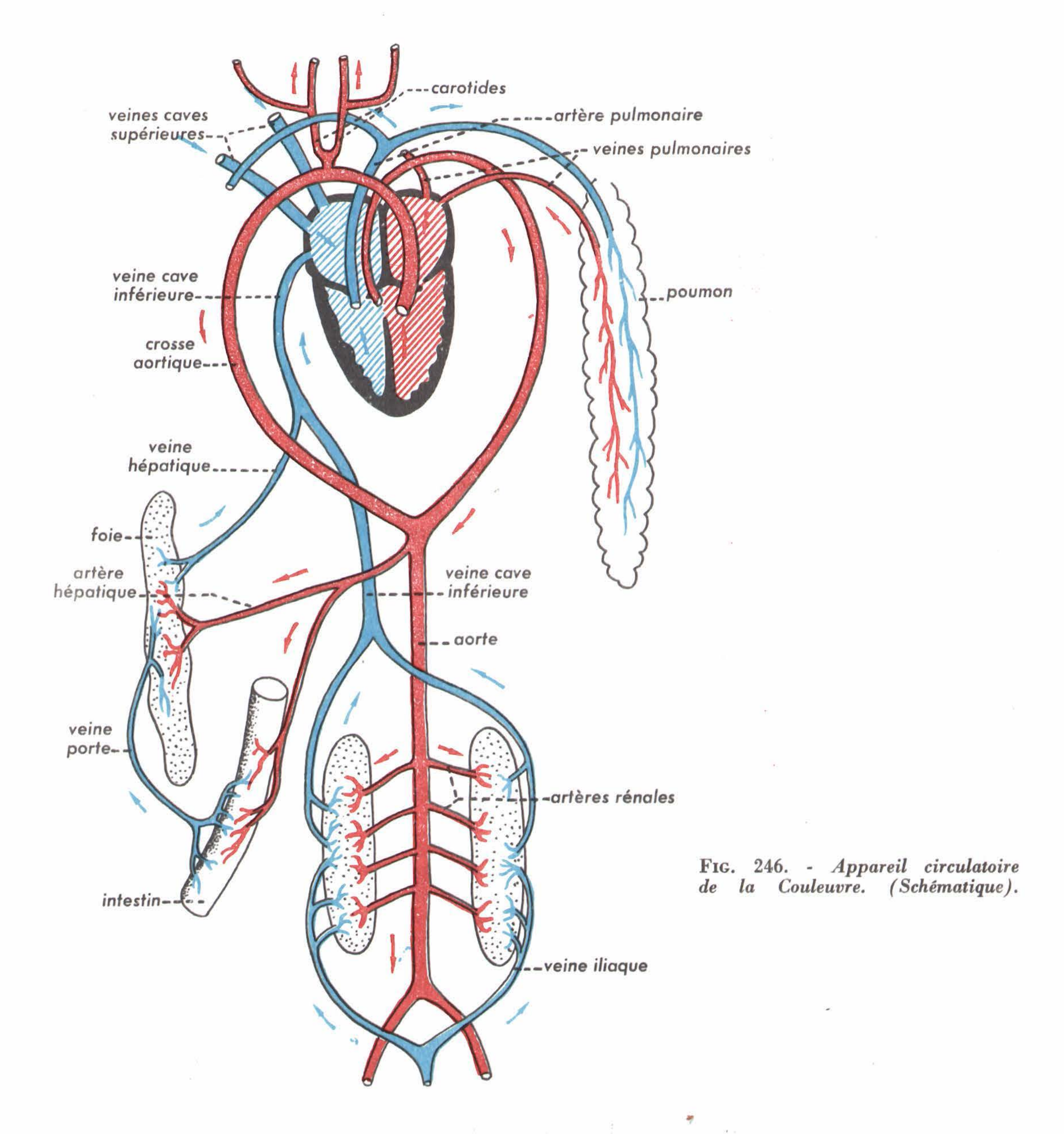


FIG. 246. - *Appareil circulatoire de la Couleuvre. (Schématique).*

Respiration Les mouvements respiratoires sont lents. L'inspiration s'effectue grâce aux mouvements des côtes qui s'écartent ; l'expiration paraît être un mouvement plus actif dû à une contraction des muscles de la paroi du corps.

Excrétion Les deux reins sont constitués par des tubes urinifères qui puisent dans le sang les produits de déchets (urée, acide urique). L'urine est conduite dans le cloaque par deux uretères dilatés à leur base. Il n'y a pas de vessie chez les Serpents ; l'urine a une consistance presque solide dûe à sa richesse en acide urique qui se présente sous la forme de concrétions blanchâtres.

Reproduction **Les œufs** produits par les ovaires tombent dans les pavillons et s'engagent dans les oviductes dont les parois renferment des glandes sécrétant une coquille plus ou moins calcifiée. Ces œufs, proportionnellement plus petits que ceux des oiseaux, ont cependant une structure analogue ; ils sont très riches en matière de réserve, ou vitellus, servant au développement de l'embryon.

Il y a accouplement. Les spermatozoïdes remontent dans les oviductes et fécondent les œufs au cours de leur descente. Après la fécondation, les œufs fécondés s'entourent d'abord d'albumine puis d'une coquille. Ils sont pondus, au nombre de 10 à 45, dans des tas de foin ou du fumier, et surveillés par la femelle qui s'enroule souvent au-dessus d'eux. La durée de l'incubation varie avec la température.

Hibernation En hiver, la Couleuvre, **animal à température variable,** s'engourdit et hiberne dans les herbes sèches et les fourrés, parfois au voisinage des habitations, dans les meules de fourrage ou dans les tas de fumier.

3° PLACE DE LA COULEUVRE DANS LA CLASSIFICATION

La Couleuvre est un **VERTÉBRÉ** à respiration uniquement pulmonaire.

Sa peau couverte d'écailles cornées épidermiques, sa température variable, la font placer dans la classe des **REPTILES.**

Elle appartient à l'ordre des **OPHIDIENS** (ou Serpents) qui se distinguent des autres Reptiles par :

— L'absence de pattes.

— La soudure des paupières en avant de l'œil.

— L'absence de sternum.

ADDENDA

La Couleuvre se distingue facilement de la Vipère par les caractères extérieurs suivants :

	COULEUVRE	VIPÈRE
Pupille	ronde	fente verticale
Plaques de la tête	grandes, peu nombreuses	petites, très nombreuses
Queue	effilée	se terminant brusquement

La Vipère possède deux crochets, creux comme des aiguilles à injection, et reliés à des glandes à venin. Cet appareil venimeux lui permet de tuer les proies dont elle se nourrit et de se défendre.

19

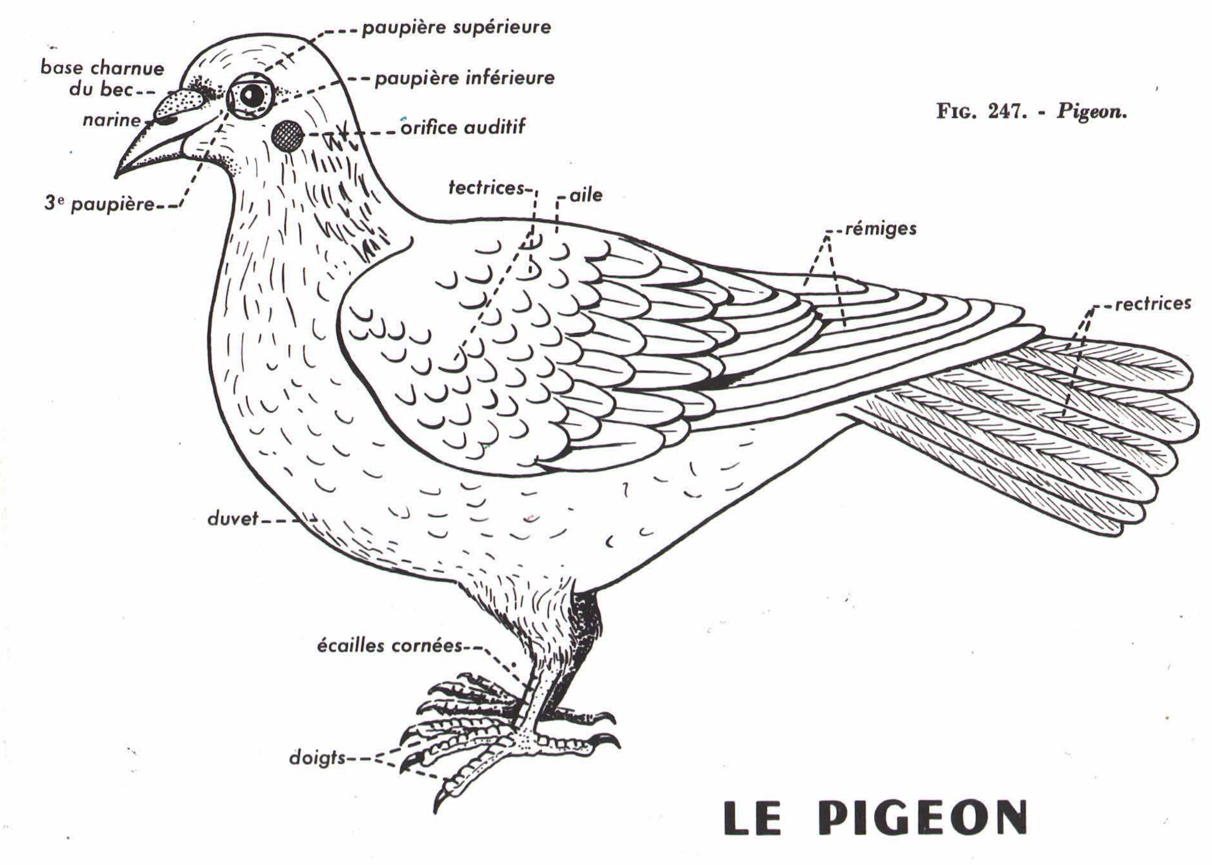


FIG. 247. - *Pigeon.*

LE PIGEON

*Le **Pigeon domestique** dérive du **Biset** encore appelé **Pigeon de roche.** Le Pigeon des jardins publics est le **Pigeon ramier,** caractérisé par une large bande blanche sur le bord extérieur de l'aile, par une tache blanche sur les côtés du cou et par une couleur gris-bleuâtre sur le dos. Il existe un grand nombre de races de Pigeons domestiques qui diffèrent les unes des autres par la taille, la forme, la couleur, etc... On en a décrit plus de cent.*

1° DESCRIPTION ET STRUCTURE

Anatomie externe Le corps du Pigeon est, comme celui de tous les oiseaux, recouvert de plumes. On distingue : la tête, le tronc, les ailes (membres antérieurs), les pattes (membres postérieurs).

A. - **La tête** (fig. 247). La tête possède un **bec corné,** légèrement recourbé à son extrémité, formé de deux **mandibules** dont la supérieure déborde légèrement l'inférieure ; la base du bec est recouverte par une partie molle et charnue où s'ouvrent deux fentes obliques : les **narines.** Les **yeux,** arrondis, relativement grands, possèdent **trois paupières :** une paupière inférieure, une paupière supérieure et une paupière latérale qui part de l'angle interne de l'œil (3e paupière). En arrière de l'œil, se trouve l'**orifice du conduit auditif** recouvert par les plumes. La tête se poursuit par un cou long et souple qui la relie au tronc.

B. - **Le tronc et les membres.** Le tronc est arrondi à l'avant ; il s'amincit vers l'arrière et se termine par le **croupion** qui porte l'**orifice du cloaque.** On constate que ce tronc est très rigide.

Le membre antérieur, transformé en aile (fig. 248), est **adapté au vol.** On y retrouve cependant les différentes parties du membre antérieur des Vertébrés tétrapodes : épaule, bras, coude, avant-bras, poignet, paume de la main et doigts. C'est sur ce membre que s'attachent les plus grandes plumes, appelées **rémiges,** dont on étudiera plus loin l'insertion.

Sur le **membre postérieur** (patte) on reconnaît la cuisse, la jambe, le pied. La cuisse, horizontale quand l'animal se tient sur ses pattes, est soudée au corps. La cheville se trouve très haut par rapport au sol ; en effet, le pied s'est allongé par accroissement en longueur des os du tarse et du métatarse soudés entre eux, ce qui forme un segment allongé appelé **tarso-métatarse.**

Le Pigeon est **digitigrade,** car seuls les doigts (3 dirigés vers l'avant et un vers l'arrière) appuient sur le sol. Ces doigts sont terminés par des griffes aiguës. La partie inférieure du tarso-métatarse et la face supérieure des doigts sont recouvertes par des plaques épidermiques cornées qui ressemblent aux écailles des Reptiles.

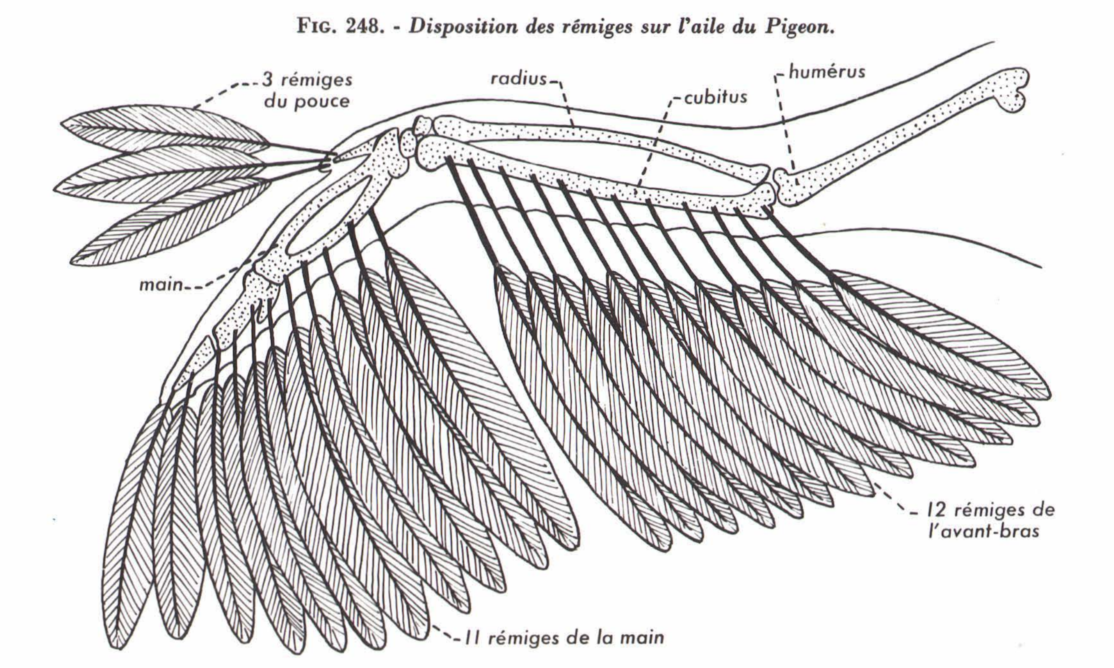
C. - **Étude des plumes.** Le plumage recouvre toute la surface du corps, à l'exception de l'extrémité des pattes. Parmi les plumes, on peut distinguer trois types : les **pennes,** les **tectrices,** le **duvet.**

a) Les **pennes,** ou grandes plumes (fig. 249). Une penne comprend :

— Un axe corné, la **hampe,** plein dans sa partie supérieure (rachis), creux vers sa base (tuyau) terminée par un petit orifice, l'ombilic.
— Des **barbes** qui partent du rachis ; disposées parallèlement et adhérentes entre elles, ces barbes forment une lame imperméable à l'air et à l'eau : les gouttelettes d'eau glissent sur la lame sans la mouiller. Au microscope, on voit (fig. 249) que les barbes portent latéralement de fines **barbules** armées de crochets recourbés qui les attachent les unes aux autres ; c'est ce qui donne à la lame sa rigidité : il faut tirer sur les barbes pour les écarter les unes des autres.

Les grandes pennes des ailes sont appelées **rémiges,** celles de la queue, **rectrices ;** ces grandes plumes jouent un rôle essentiel dans le vol. Onze rémiges s'attachent sur la main (rémiges primaires), trois sur le pouce (rémiges bâtardes), douze sur l'avant-bras (rémiges secondaires).

FIG. 248. - *Disposition des rémiges sur l'aile du Pigeon.*



b) Les **tectrices** sont des plumes plus courtes que les pennes ; elles recouvrent tout le corps et jouent surtout un rôle dans la protection thermique.

c) Le **duvet** est formé de petites plumes sans rachis, à tuyau très court ; les barbes y sont courtes, non adhérentes, très fines, et possèdent des barbules dépourvues de crochets.

Les plumes sont des **formations cornées de la partie épidermique de la peau,** au même titre que les écailles des Reptiles et les poils des Mammifères. Au début de sa formation, la plume se présente sous l'aspect d'un court étui corné, d'origine épidermique, coiffant un bourgeon vivant richement vascularisé. Ce bourgeon donnera naissance aux différentes parties de la plume. Les plumes tombent et se renouvellent progressivement : c'est le phénomène de la mue.

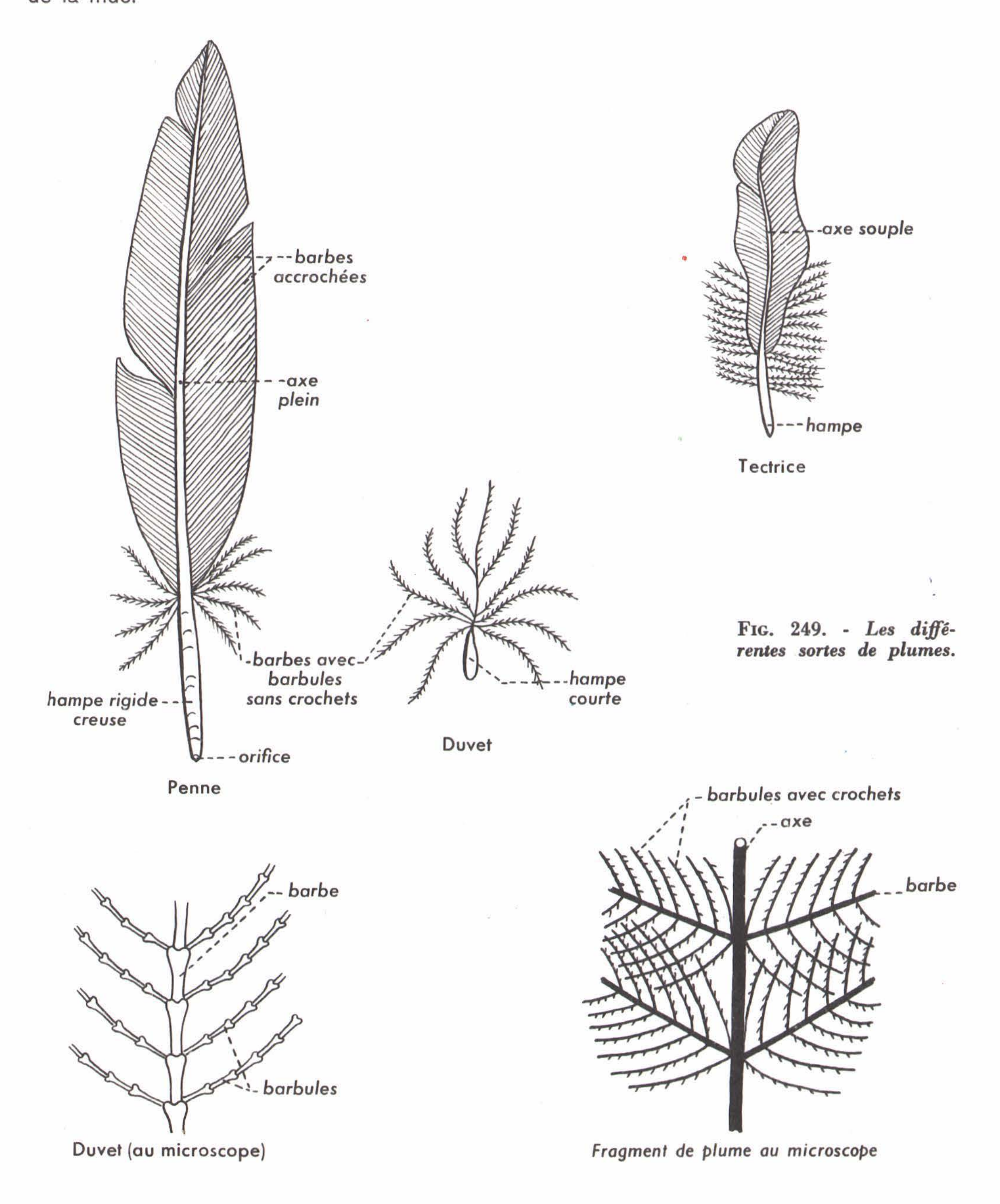


FIG. 249. - *Les différentes sortes de plumes.*

En conclusion, les grandes plumes, grâce à leur surface importante et à leur rigidité, jouent un rôle actif dans le vol ; les autres, tectrices et duvet, protègent le corps contre le froid en emprisonnant entre elles un matelas d'air formant une couche isolante, et contre l'humidité, grâce à une matière huileuse sécrétée par des glandes situées au niveau du croupion et dont elles sont enduites par les frottements du bec.

Anatomie interne Avant de commencer la dissection, il faut plumer entièrement le Pigeon.

a) **Étude de la cavité buccale.** Écarter au maximum les deux mandibules, et inciser les commissures. On peut alors observer dans la cavité buccale :

— Sur la partie supérieure, une fente longitudinale médiane, appelé **choane,** qui fait communiquer les fosses nasales avec la bouche.
— Toujours sur le plafond buccal, mais plus en arrière, les **orifices des trompes d'Eustache.**
— Sur le plancher buccal, une **langue** triangulaire, petite et cornée.
— En arrière de la langue, l'**orifice de la glotte.**
— En arrière de la glotte et dans le fond de la cavité buccale, une large fente transversale, l'**orifice de l'œsophage.**

b) **Étude des organes en place.** Le Pigeon étant ouvert de la façon indiquée sur la figure 251, on observe (fig. 252) :

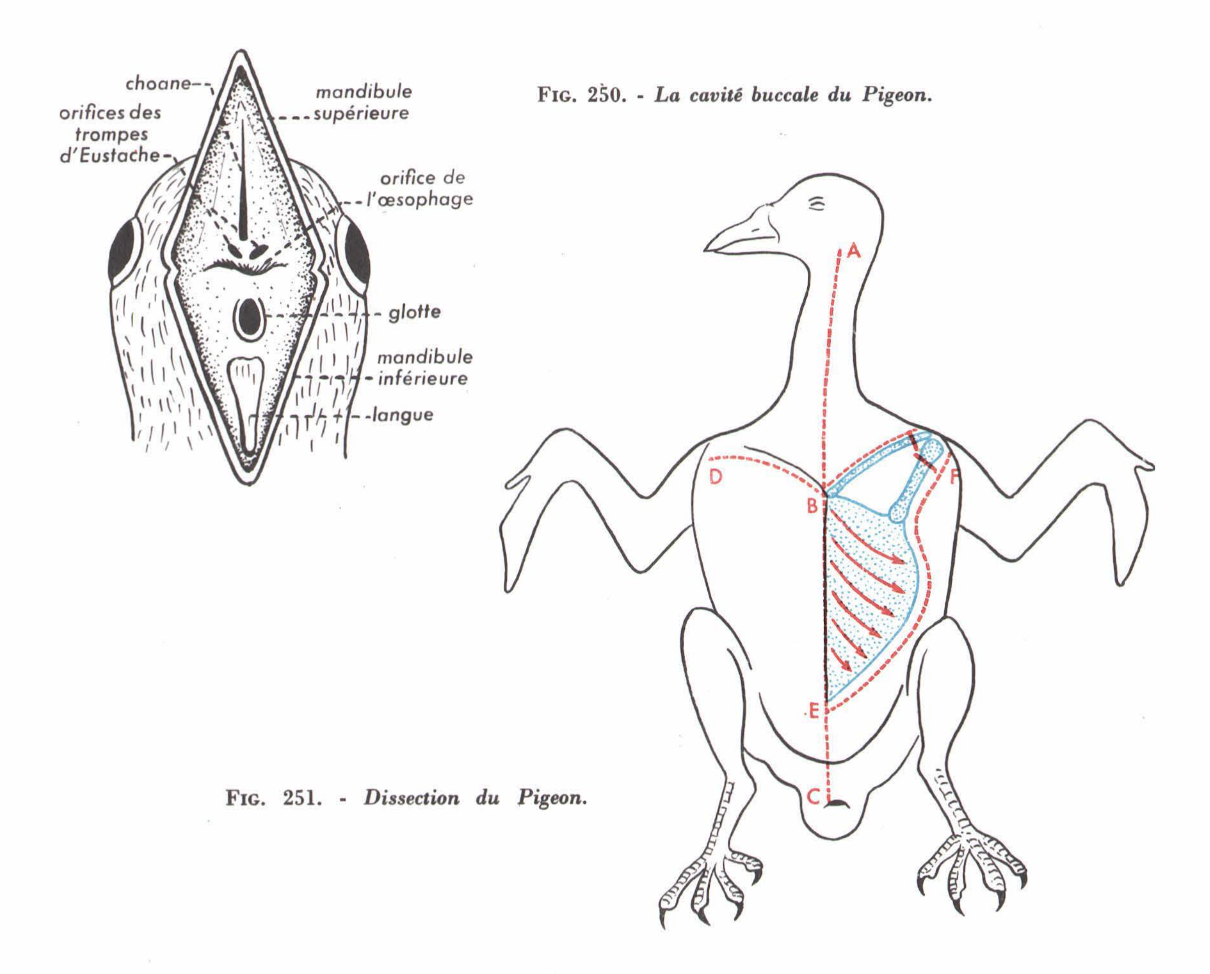


FIG. 250. - *La cavité buccale du Pigeon.*

FIG. 251. - *Dissection du Pigeon.*

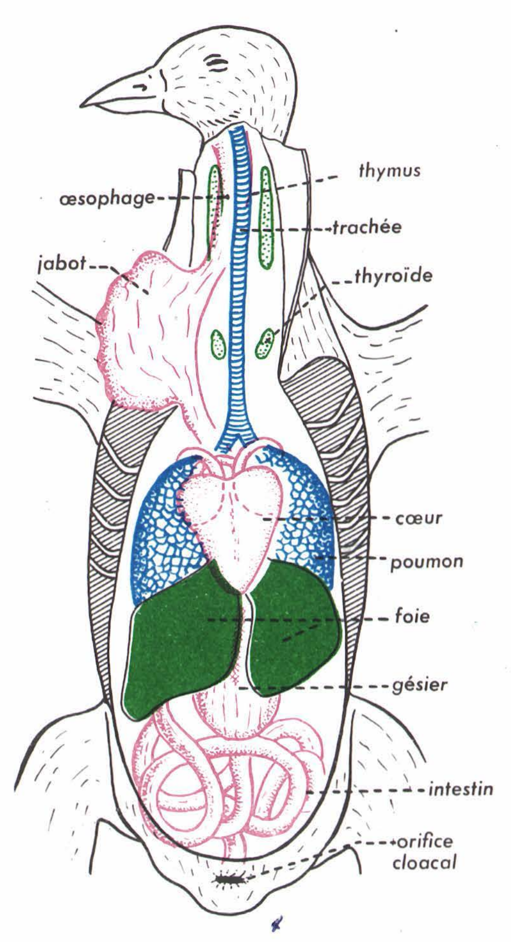


Fig. 252. - *Pigeon ouvert, organes en place.*

— Le **cou,** parcouru par une longue **trachée artère** contenant des anneaux cartilagineux complets; sous la bouche, elle débute par un renflement, le **larynx,** et plus bas, à la bifurcation des bronches, un second renflement, le **syrinx,** est l'organe de la phonation ; au-dessous de la trachée, l'**œsophage,** tube large et membraneux qui se dilate en une poche volumineuse, le **jabot ;** de part et d'autre de la trachée se trouvent les **glandes thyroïdes ;** chez le jeune Pigeon, la partie antérieure de la trachée est recouverte par le **thymus.**

— La **cage thoracique** avec, au milieu, un **cœur** volumineux encadré par des **poumons** adhérant aux côtes ; ces poumons communiquent avec des **sacs aériens.**

— La **cavité abdominale,** qui n'est pas, comme chez les Mammifères, séparée de la cavité thoracique par un diaphragme musculaire : chez les Oiseaux, ce diaphragme est remplacé par des lames membraneuses séparant incomplètement les deux cavités.

c) **Le cœur** (fig. 253). Le cœur est très volumineux. On observe :

— **Des vaisseaux afférents ;** la **veine cave inférieure** et les **deux veines caves supérieures** aboutissent dans l'oreillette droite ; l'une des veines caves supérieures est formée par la réunion des deux veines jugulaires qui viennent du cou ; les **veines pulmonaires,** issues des poumons, arrivent dans l'oreillette gauche.

— **Des vaisseaux efférents ;** la **crosse aortique,** qui part du ventricule gauche, se recourbe vers la droite, et donne les **deux troncs brachio-céphaliques ;** chaque tronc se divise pour donner une **artère carotide** qui envoie le sang dans la tête, et une **artère sous-clavière** qui conduit le sang dans le membre antérieur correspondant ; l'**artère pulmonaire** part du ventricule droit et se bifurque immédiatement pour se rendre aux poumons.

Après avoir repéré ces différents vaisseaux, on détache le cœur, et par des sections transversales on vérifie qu'il est formé de quatre cavités, deux oreillettes et deux ventricules. Chez les Oiseaux, cœur droit et cœur gauche sont bien distincts.

d) **L'appareil respiratoire** (fig. 254). Une fois le cœur enlevé, on peut observer les différents organes de l'appareil respiratoire : larynx, trachée artère, syrinx, poumons et sacs aériens. Les **poumons** sont adhérents à la cage thoracique et dépourvus d'alvéoles ; certaines bronches, ramifiées à l'intérieur des poumons, se terminent par de fins canalicules réunis en un réseau. D'autres bronches, non ramifiées à l'intérieur des poumons, les traversent et viennent s'ouvrir dans des **sacs aériens.** On se rend compte de l'existence de ces sacs en introduisant un tube de verre dans la trachée et en soufflant : on voit se gonfler des sacs transparents. Ils sont au nombre de 9 et indépendants les uns des autres : le sac claviculaire est situé entre les clavicules, les deux sacs cervicaux sont logés dans la région du cou, les quatre sacs thoraciques et les deux sacs abdominaux, dans la partie postérieure de la cage thoracique et dans la cavité abdominale. Ces sacs communiquent avec des cavités logées dans certains os, en particulier dans ceux des membres **(os pneumatiques).**

troncs brachio-
céphaliques
artères
pulmonaires
veines caves
supérieures
veines
pulmonaires
oreillette
droite
oreillette
gauche
crosse aortique
ventricule
gauche
ventricule droit
veine cave inférieure

Fig. 253. - *Le cœur et les vaisseaux de la région cardiaque (schématique).*

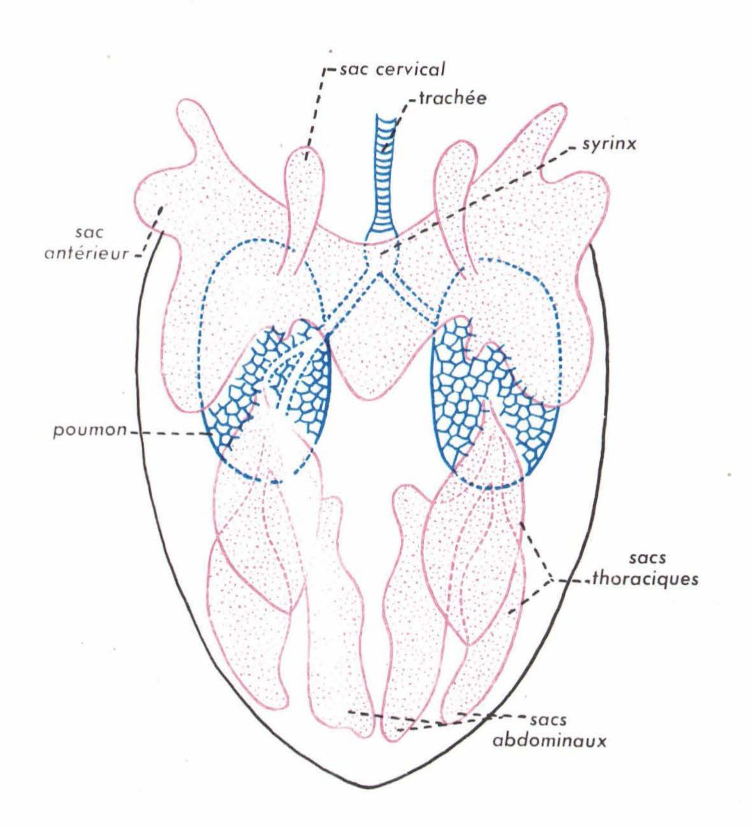


Fig. 254. - *L'appareil respiratoire du Pigeon.*

e) **L'appareil digestif** (fig. 255). On dégage tout l'appareil digestif en partant de l'œsophage. Une fois le tube digestif déroulé, l'ensemble est épinglé à côté du corps du Pigeon.

L'œsophage présente sur son trajet une forte dilatation, le **jabot,** où s'accumulent les aliments ; de plus, le jabot sécrète une substance d'aspect laiteux avec laquelle les parents nourrissent les jeunes Pigeons. Après le jabot, l'œsophage se poursuit et aboutit à l'**estomac ;** celui-ci, très complexe, est formé d'abord par le **ventricule succenturié** dont les parois sécrètent des sucs digestifs. Il est suivi par le **gésier,** poche à parois fortement musculeuses où s'opère le broyage mécanique des graines, broyage facilité par la présence de petits cailloux siliceux avalés par le Pigeon. L'**intestin,** qui part du gésier et se termine par le **rectum,** est long et sinueux, formant des anses réunies entre elles par le mésentère ; au voisinage du rectum, on observe une paire de courts **cæcums.** Le rectum débouche dans le **cloaque** où arrivent aussi les conduits génitaux et les conduits urinaires.

Les **glandes digestives** annexes sont bien visibles :

— Le **foie** est formé de deux lobes inégaux ; **deux canaux cholédoques** déversent la bile dans l'intestin ; le premier aboutit au début du duodénum, et le second dans la partie ascendante du duodénum. Le Pigeon est dépourvu de vésicule biliaire.

— Le **pancréas,** allongé et de couleur rosée, est situé dans l'anse duodénale ; **trois canaux pancréatiques** déversent le suc pancréatique dans le duodénum. Au voisinage du gésier se trouve la rate qui, rappelons-le, n'est pas un organe digestif et n'a aucun rapport avec cet appareil.

f) **L'appareil urinaire** (fig. 257). Enlever l'appareil digestif et ses glandes en prenant soin de sectionner le rectum en avant du cloaque. On peut alors observer l'appareil urinaire. Il est constitué par **deux reins** allongés et lobés, de couleur rougeâtre, surmontés chacun par une petite **capsule surrénale.** L'urine, de consistance semi-solide, est déversée dans le cloaque par les **uretères.** Il n'existe pas de vessie.

g) **L'appareil génital** (fig. 257). Chez le Pigeon les sexes sont séparés et il n'existe pas de caractères sexuels secondaires permettant de distinguer nettement le mâle de la femelle. Cependant, en général, le mâle est plus fort avec un cou plus épais et des pattes plus grosses, mais ces différences ne sont pas toujours faciles à apprécier. Il existe un procédé utilisé par les éleveurs pour distinguer les deux sexes : le Pigeon est saisi par les deux ailes avec la main droite, et l'on serre doucement la cage thoracique avec la main gauche ; si c'est une femelle, elle déploie les plumes de la queue en éventail, si c'est un mâle, les plumes de la queue se rabattent vers le bas. Ces mouvements sont ceux qui se produisent lors de l'accouplement.

L'appareil génital mâle comprend **deux testicules** blanchâtres, ovoïdes, situés à proximité des reins ; de chacun d'eux part un **spermiducte** sinueux, qui se renfle en une **vésicule séminale** avant de déboucher dans le cloaque par les **deux orifices génitaux mâles.**

L'appareil génital femelle comprend seulement **un ovaire, l'ovaire gauche,** le droit restant atrophié. Cet ovaire, d'aspect très granuleux, contient de nombreux **œufs** (les jaunes seulement) à des stades de développement différents. Ces œufs sont conduits dans l'oviducte gauche par un large **pavillon.** C'est dans l'**oviducte** que les œufs s'enveloppent d'albumine, ou blanc d'œuf, sécrétée par les parois de l'oviducte. Ensuite, l'œuf est entouré par une coquille calcaire sécrétée également par les parois de l'oviducte. Ce dernier s'ouvre finalement dans le cloaque par l'**orifice génital femelle.** Le côté droit du cloaque présente souvent un oviducte atrophié.

h) **L'encéphale** (fig. 256). Pour mettre à nu l'encéphale, on enlève d'abord la peau du crâne puis on retire avec précaution les os de la voûte crânienne.

Les **hémisphères cérébraux,** bien développés, se poursuivent en avant par de courts **lobes olfactifs.** Le **cervelet** est plus développé que chez les Reptiles ; ce développement est en rapport avec le perfectionnement de l'équilibration exigé par les mouvements du vol. Hémisphères cérébraux et cervelet cachent en partie les lobes optiques, ou **tubercules bijumeaux ;** on observe aussi l'**épiphyse,** le **bulbe rachidien** et, en arrière, la **moelle épinière.**

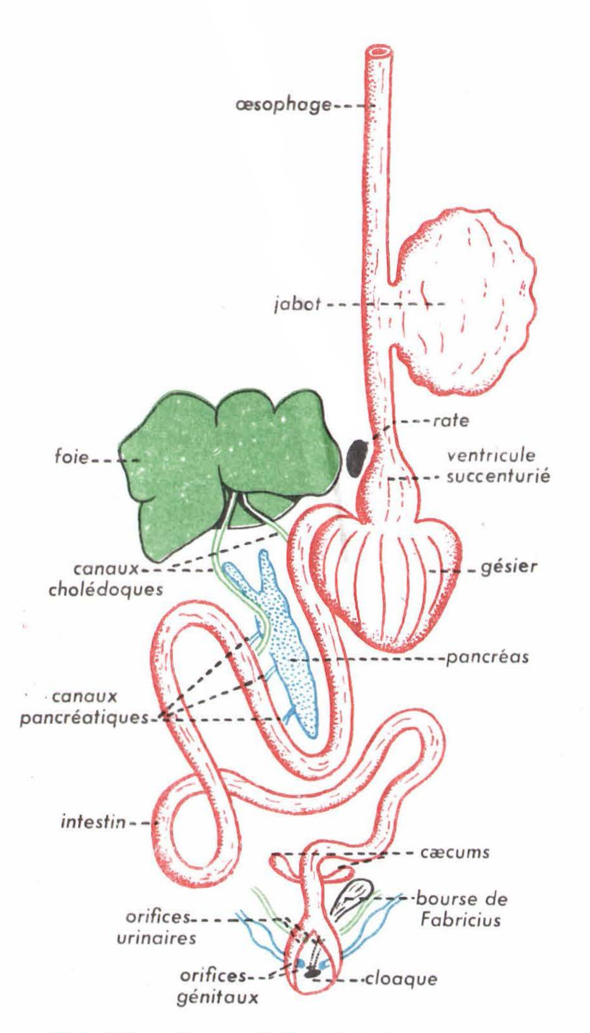


Fig. 255. - *L'appareil digestif du Pigeon.*

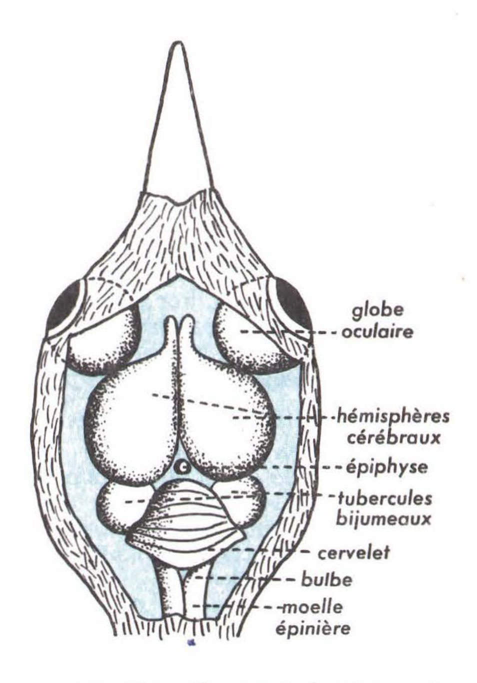


Fig. 256. - *L'encéphale du Pigeon.*

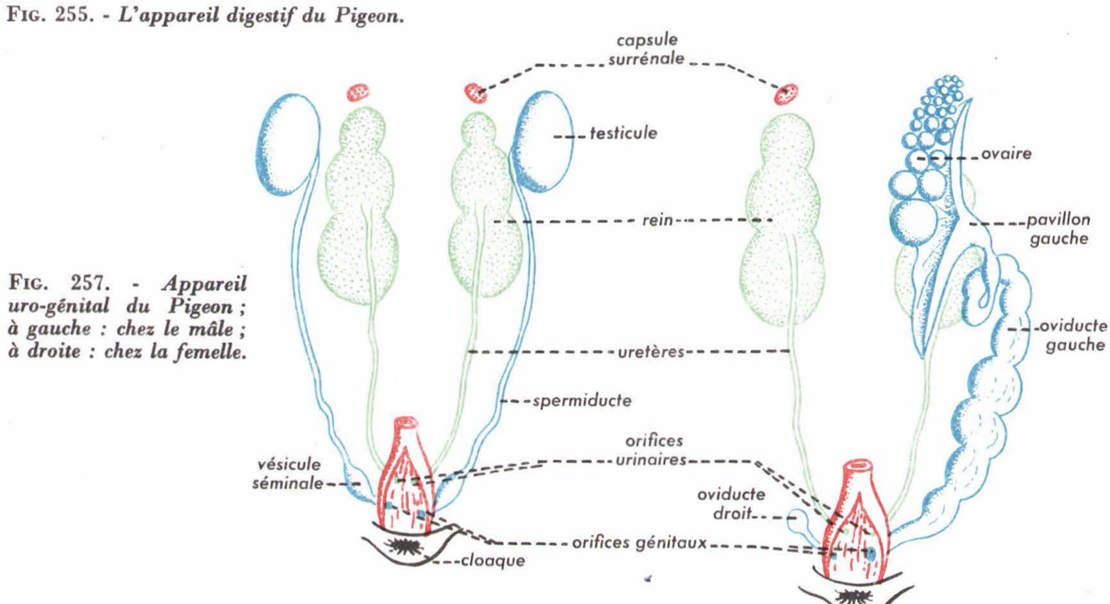


Fig. 257. - ***Appareil uro-génital du Pigeon ; à gauche : chez le mâle ; à droite : chez la femelle.***

Le squelette du Pigeon (fig. 258)

Cette étude se fait sur un squelette préparé et monté sur socle. Mais il est indispensable d'observer également des os frais.

a) **Le crâne.** La boîte crânienne, bien développée, se prolonge en avant par les deux mandibules. En arrière, un condyle occipital unique l'articule avec la première des douze vertèbres du cou (vertèbres cervicales). Les articulations, très souples, permettent au cou des mouvements étendus.

b) **Le tronc.** Le squelette du tronc forme un ensemble rigide. Sur la face ventrale, le sternum est très développé car il sert de surface d'insertion aux muscles des ailes, les muscles pectoraux ; il forme sur la ligne médiane une crête saillante appelée **bréchet.** Les côtes sont pourvues d'une apophyse dirigée vers l'arrière, apophyse qui vient s'appliquer sur la côte suivante ; cette disposition augmente la solidité de la cage thoracique.

Les vertèbres du tronc (vertèbres dorsales, lombaires, sacrées et coccygiennes) sont intimement soudées entre elles ; elles forment un axe solide et rigide qui sert aussi de point d'appui aux muscles du vol. Les vertèbres sacrées sont soudées en un **sacrum** volumineux, et les vertèbres caudales, soudées également, forment le **pygostyle.**

c) Dans les **membres antérieurs,** adaptés au vol, on distingue :

— Une **ceinture scapulaire** complète avec **omoplate, clavicule** et **os coracoïde.** L'omoplate est allongée en forme de sabre et s'appuie, en arrière, sur la cage thoracique, le long de la colonne vertébrale ; les deux clavicules, plus fragiles, viennent se souder en avant pour former la fourchette, et les deux coracoïdes relient l'omoplate au sternum en arrière de la fourchette, contribuant ainsi à la solidité de la cage thoracique en maintenant le sternum dans une position fixe.

— Le **bras** est formé par l'**humérus,** bien développé ; cet os est disposé d'avant en arrière quand l'aile est au repos.

— L'**avant-bras,** qui comprend le **radius** et le **cubitus,** est disposé parallèlement au bras lorsque l'aile est repliée.

— La main possède **deux carpiens** rudimentaires, l'un en face du radius et l'autre en face du cubitus, **deux métacarpiens** allongés et fusionnés à leurs extrémités, et **trois doigts :** le pouce (une seule phalange), l'index (deux phalanges), et le médius réduit à une courte phalange. Le membre antérieur, adapté au vol, montre une réduction importante de la main ; c'est sur lui que viennent s'insérer les grandes rémiges du vol qui sont maintenues équidistantes par un ligament. L'aile est actionnée par des muscles puissants, nous l'avons vu.

d) **Les membres postérieurs.** A terre, le Pigeon s'appuie sur le sol par ses deux membres postérieurs ; il a donc une **attitude bipède,** et dans cette position le squelette du tronc fait avec la verticale un angle d'environ 45°. On reconnaît sur la figure 258 :

— Le **bassin,** ou **ceinture pelvienne,** allongé et intimement soudé à la colonne vertébrale.

— La **cuisse,** qui possède un **fémur** court et solide dirigé horizontalement d'arrière en avant.

— La **jambe,** plus longue que la cuisse, avec un **tibia** bien développé et un **péroné** atrophié réduit à l'état de stylet.

— Le **pied,** très allongé, où l'on distingue un os long vertical formé par la soudure du tarse et du métatarse : l'os canon ou **tarso-métatarse.**

— Les **quatre doigts,** avec un nombre variable de phalanges allant de un à quatre suivant les doigts ; trois sont dirigés vers l'avant, un vers l'arrière.

2° BIOLOGIE DU PIGEON

Sensibilité

a) **La vision.** Les yeux étant placés latéralement, la vision binoculaire paraît impossible. L'œil du Pigeon atteint un degré de perfectionnement élevé ; il est très développé par rapport au volume total de la tête. L'œil des Oiseaux est caractérisé par la présence, à l'intérieur du globe oculaire, d'un organe particulier appelé peigne, dont le rôle n'est pas connu avec certitude (fig. 259).

Fig. 258. - *Le squelette du Pigeon.*

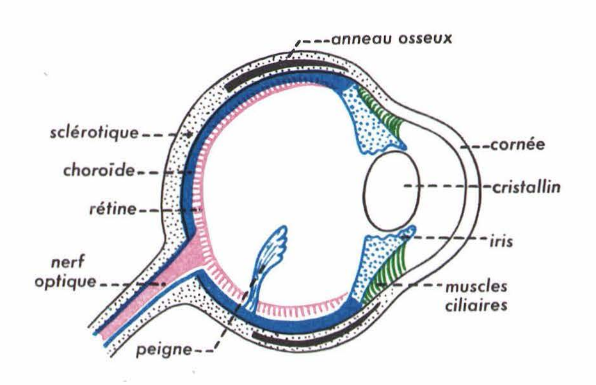


Fig. 259. - *Coupe antéro-postérieure schématique d'un œil d'Oiseau.*

Il semble que l'acuité visuelle des Oiseaux provienne d'une sensibilité particulière de la rétine dont la structure dépasse en finesse celle de l'œil humain. La rétine de chaque œil possède deux taches jaunes : une tache jaune centrale et une tache jaune latérale. La première est utilisée pour la vision latérale, la seconde pour la vision antérieure. Les cellules visuelles sont riches en pigments formant des boules colorées. En résumé, les Pigeons sont caractérisés par une acuité visuelle très développée.

b) **L'ouïe.** L'oreille des Oiseaux est constituée à peu près comme celle des Reptiles autres que les Serpents, avec une oreille moyenne et une oreille interne. Le tympan se trouve au fond d'une dépression de la peau qui est une ébauche de conduit auditif externe, mais l'orifice est caché par les plumes et le pavillon fait défaut. Cependant l'ouïe paraît très fine.

c) **L'olfaction.** Les **narines** s'ouvrent à la base de la mandibule supérieure, et les **fosses nasales** communiquent avec la cavité buccale par une fente, ou **choane**, qui perce le palais.

d) **Sens de l'orientation.** Le sens de l'orientation est très développé, surtout chez les Pigeons voyageurs qui peuvent retrouver leur pigeonnier à des distances considérables. La mémoire visuelle des Pigeons, qui par ailleurs est remarquable, ne peut intervenir ici : un Pigeon transporté dans une cage obscure à plusieurs centaines de kilomètres revient cependant à son pigeonnier. Aux abords de ce dernier, c'est évidemment la connaissance des lieux qui intervient. Mais comment expliquer le sens de l'orientation ? Des expériences ont montré que le Pigeon n'était pas sensible au champ magnétique terrestre. On pense aujourd'hui que l'orientation se fait par rapport au soleil, même par temps couvert, ce qui laisse supposer que le Pigeon perçoit les radiations qui traversent les nuages.

A ce propos, signalons que certains Oiseaux migrateurs s'orientent parfaitement la nuit par temps clair. Des expériences faites à l'intérieur d'un planétarium auraient montré qu'ils étaient capables de s'orienter suivant l'aspect du ciel nocturne.

Locomotion Par la transformation des membres antérieurs en ailes et la puissance des muscles qui les mettent en mouvement, par la rigidité de la cage thoracique, de la colonne vertébrale et du bassin, par la présence de sacs aériens et d'os pneumatiques, par sa forme aérodynamique enfin, **le Pigeon est un animal parfaitement adapté au vol.**

La première phase du vol est l'essor ; le Pigeon détend ses membres postérieurs, déploie ses ailes, les relève le plus haut possible, et les rabat avec force de haut en bas en appuyant sur l'air, déterminant ainsi une force ascendante et propulsive ; pendant cette première phase du vol, la cadence des battements des ailes peut atteindre 10 par seconde.

On distingue **le vol battu du vol plané.** Pendant le vol battu, les mouvements des ailes sont comparables à ceux d'un éventail qui s'écarterait en s'éloignant du corps et se refermerait en même temps qu'il s'en rapproche. Le nombre de battements des ailes est de 7 ou 8 battements par seconde. La vitesse du Pigeon peut alors dépasser 100 kilomètres à l'heure et, chez des Pigeons voyageurs bien entraînés, le vol peut se poursuivre sur des distances de 300 à 400 kilomètres. Pendant le vol plané les ailes ne battent pas : elles demeurent immobiles et l'Oiseau utilise alors les courants aériens. Le Pigeon n'effectue jamais de longs vols planés. D'autres Oiseaux, les Rapaces diurnes par exemple, peuvent au contraire le pratiquer très longtemps. Au moment de l'atterrissage, le Pigeon se sert de ses ailes comme de freins aérodynamiques en présentant vers l'avant leur face inférieure ; il peut alors se poser sur le perchoir ou sur le sol.

Nutrition a) **Le régime alimentaire.** Le Pigeon se nourrit essentiellement de graines et de verdure. C'est un granivore et un herbivore. Le Pigeon sauvage, ou Pigeon ramier, se nourrit surtout de graines de vesce, de pois, de blé, d'avoine, de maïs, de graines de pin, etc... Les Pigeons domestiques doivent donc être nourris surtout avec ces graines auxquelles on ajoutera des feuilles de salade, de choux, etc... Les aliments minéraux sont également indispensables, et il est nécessaire de placer dans le pigeonnier des blocs de « sel » du commerce contenant du sel marin et du carbonate de chaux, l'ensemble étant maintenu compact par du plâtre.

b) **La digestion.** Le Pigeon saisit les graines à l'aide de son bec corné ; il essaie souvent de les décortiquer en les frappant contre le sol. Les graines avalées vont s'accumuler dans le jabot où elles absorbent de l'eau et se ramollissent. Elles passent ensuite dans le ventricule succenturié où elles s'imbibent de suc gastrique, puis dans le gésier, où elles subissent une véritable mastication grâce à la force des muscles de la paroi et à la présence de petits cailloux siliceux. La digestion s'achève dans l'intestin ; les excréments sont rejetés à l'extérieur par le cloaque.

Circulation L'appareil circulatoire des Oiseaux est semblable à celui des Mammifères. Le cœur a quatre cavités ; il est développé et robuste. Pendant le vol, l'effort qu'il doit fournir est considérable. Tous les organes, et en particulier les muscles du vol, sont richement irrigués par le sang qui leur est distribué à un rythme accéléré.

Respiration Grâce à la présence des 9 sacs aériens et des os pneumatiques, l'appareil respiratoire des Oiseaux permet pendant le vol un approvisionnement abondant en oxygène ; la dépense énergétique étant élevée, les besoins en oxygène sont considérables. Une ventilation active des poumons est assurée au repos par les mouvements des côtes ; pendant le vol, la cage thoracique s'immobilise et devient plus rigide, mais les battements des ailes, les mouvements des muscles du vol, provoquent la dilatation et la contraction des sacs aériens. L'air contenu dans ces derniers revient aux poumons par des bronches récurrentes. Les sacs aériens, qui ne jouent par eux-mêmes aucun rôle dans les échanges gazeux entre le sang et l'air, permettent donc une ventilation énergique des poumons. Une circulation particulièrement active du sang, une respiration perfectionnée, assurent au corps de l'Oiseau une température constante élevée (40 à 45°). D'autre part, les sacs aériens et les os pneumatiques diminuent le poids spécifique, ce qui favorise le vol.

Excrétion Nous avons étudié plus haut la disposition de l'appareil urinaire. L'urine, épaisse, riche en acide urique, se mêle avec les excréments dans le cloaque, formant une substance blanchâtre, le guano.

Reproduction Le choix d'une compagne et l'accouplement se font ordinairement au printemps. En élevage, si l'on veut obtenir un croisement certain et durable, on opère de la façon suivante. Le Pigeon mâle est introduit dans une cage d'où il ne peut sortir ; au bout de quelques jours il vient roucouler près du grillage ; l'éleveur introduira alors une femelle dans la cage. Les deux Pigeons resteront enfermés pendant deux jours, puis seront remis en liberté. Si le mâle commence alors à installer un nid et à appeler la « Pigeonne » en roucoulant, il est probable qu'ils resteront appariés. Il s'agit donc chez le Pigeon d'une « monogamie durable ».

Après l'accouplement, la femelle pond deux œufs dans un nid fait de brindilles végétales, de paille et de duvet. Ces œufs sont couvés alternativement par le mâle et la femelle. L'incubation dure 17 ou 18 jours. Les pigeonneaux perçant eux-mêmes leur frêle coquille calcaire, on dit que l'**éclosion** est **active.** Les deux œufs donnent toujours un mâle et une femelle qui sont, à leur naissance, incapables d'assurer leur subsistance. Dépourvus de plumes, aveugles, ne pouvant se déplacer, ils sont nourris par les parents qui leur introduisent dans le bec un produit nutritif, le « lait de Pigeon », qui est une sécrétion de la paroi du jabot. Au bout d'un mois les pigeonneaux pourront se suffire à eux-mêmes.

Élevage Les Pigeons sont élevés dans les colombiers ; ils doivent y trouver les conditions favorables à leur nourriture et à leur reproduction. L'orientation des colombiers doit être telle que les Pigeons soient protégés des vents froids et de la pluie. Souvent les pigeonniers sont installés dans les greniers des fermes. Si les Pigeons sont laissés en liberté, on prépare des cases en bois de 50 centimètres de côté environ, contenant chacune un nid en plâtre. Si les Pigeons sont élevés en demi-liberté dans une volière, on prévoit une surface d'un demi-mètre carré par couple et le pigeonnier comprend deux parties : les cases d'habitation et la volière. Cette disposition permet d'élever les Pigeons en claustration, tout en conservant les avantages hygiéniques de la liberté. L'attachement du Pigeon pour son pigeonnier est bien connu, attachement d'autant plus grand qu'il y a déjà pondu et couvé.

3° PLACE DU PIGEON DANS LE RÈGNE ANIMAL

Le Pigeon possède un squelette interne comprenant une colonne vertébrale ; il appartient donc à l'embranchement des **VERTÉBRÉS.**

Son corps couvert de plumes produites par l'épiderme, ses membres antérieurs transformés en ailes, en font un représentant de la classe des **OISEAUX.**

Il appartient à l'ordre des **COLOMBINS,** Oiseaux possédant un bec mou à la base et des pattes relativement faibles.

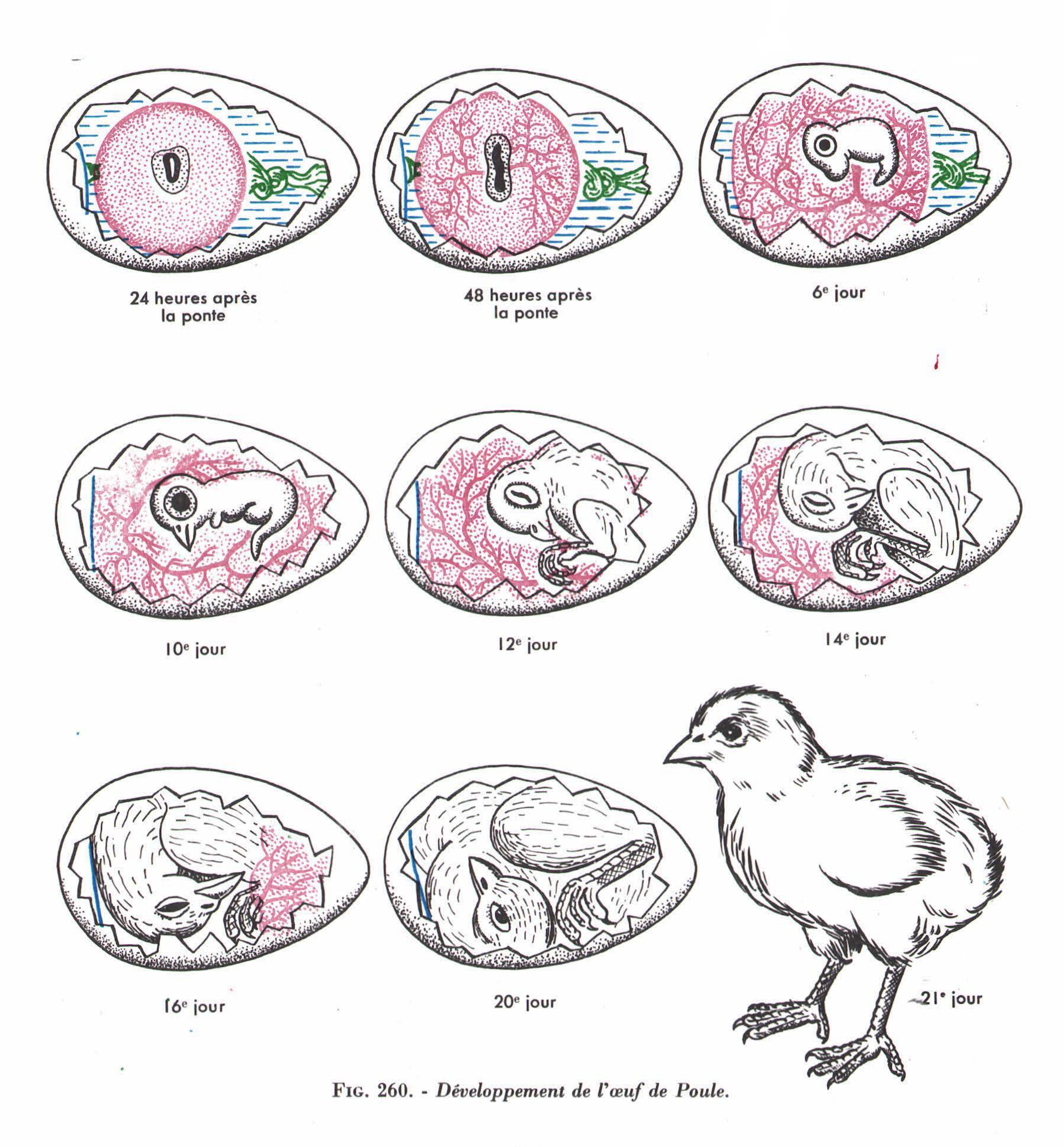


FIG. 260. - *Développement de l'œuf de Poule.*

ÉTUDE DU DÉVELOPPEMENT DE L'ŒUF DE POULE

Il est plus facile d'étudier le développement des Oiseaux sur l'œuf de Poule que sur l'œuf de Pigeon. D'une part l'œuf de Poule est plus gros, d'autre part on se le procure plus aisément.

Structure de l'œuf Un œuf comprend de l'extérieur vers l'intérieur :

— Une **coquille calcaire** poreuse sécrétée par la paroi de l'oviducte juste avant la ponte ; elle est formée par 98 % de sels calcaires (carbonate et phosphate de chaux) et de 2 % de matière organique.

— La **membrane coquillière,** qui est double, se trouve immédiatement sous la coquille calcaire ; la membrane externe est intimement accolée à la coquille, l'interne adhère à la surface du blanc ; vers le gros bout de l'œuf ces deux membranes se séparent, délimitant une **chambre à air.**

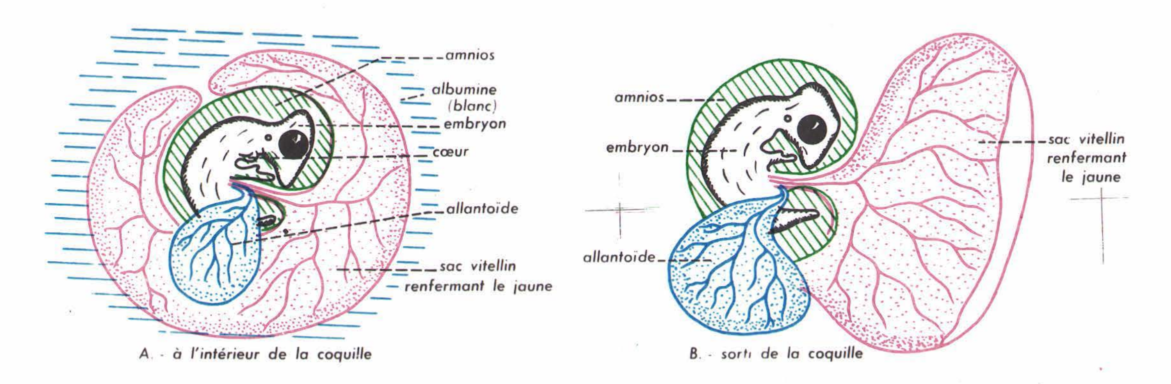
— L'**albumine,** ou blanc d'œuf, qui représente la moitié du poids de l'œuf, renferme des substances indispensables à l'entretien et à la croissance de l'embryon.

— Le **jaune** constitue l'œuf proprement dit ; c'est une cellule provenant d'un ovule détaché de l'ovaire. Le cytoplasme est envahi par du vitellus, substance de réserve destinée à la nutrition de l'embryon pendant son développement ; le vitellus contient une graisse phosphorée associée à des substances albuminoïdes et à des vitamines. Le noyau de cette énorme cellule est entouré d'un peu de cytoplasme sans vitellus qui forme une petite tache claire à la surface du jaune d'œuf : c'est la **cicatricule,** ou **germe ;** à la ponte, si l'œuf a été fécondé, le développement a déjà commencé et la cicatricule s'est transformée en un **disque germinatif.**

— **Deux chalazes,** formées d'une albumine plus épaisse, maintiennent le jaune en place à l'intérieur du blanc.

Développement de l'œuf (fig. 260) On peut suivre le développement de l'œuf de Poule sur des œufs fécondés placés en incubation dans une couveuse artificielle maintenue à une température de 39 à 40°. On inscrit la date sur les œufs placés dans la couveuse, et l'on pratique une petite fenêtre à la partie supérieure de la coquille. Le pôle de l'œuf où se trouve l'embryon est appelé pôle animal. Il est plus léger que le vitellus, relativement dense ; aussi se trouve-t-il toujours tourné vers le haut, le jaune d'œuf pivotant autour de la chalaze. On pourra facilement observer les différentes transformations, soit en plaçant directement l'œuf sous la loupe binoculaire, soit en détachant l'embryon du jaune et en le transportant sur une lame.

FIG. 261. - *Embryon de Poulet avec ses annexes au cinquième jour de l'incubation.*



Après 12 heures d'incubation, le germe n'est qu'un tout petit point à la surface du jaune.

Après 24 heures, le germe s'est transformé en un **disque germinatif** dont les cellules s'étendent sur le jaune. On retrouve dans ce disque les trois feuillets embryonnaires de la plupart des animaux : ectoderme, mésoderme, endoderme.

Après 48 heures, le disque germinatif, d'aspect membraneux, recouvre déjà la moitié de la surface du jaune, mais seule la partie centrale se transformera en embryon.

Au 4e jour, le disque germinatif enveloppe toute la surface du vitellus, l'enfermant dans un sac, appelé sac vitellin, dont les parois sécréteront des diastases qui attaqueront le vitellus, le transformeront en un liquide qui sera absorbé par l'embryon grâce à un riche réseau de vaisseaux sanguins. Ce liquide apporte à l'embryon toutes les substances nutritives nécessaires à son développement.

L'examen microscopique de l'embryon révèle les premières étapes de son développement (voir fig. 262). En particulier, on observe l'apparition d'un repli protecteur qui se développe d'avant en arrière et recouvre progressivement tout l'embryon : c'est une **enveloppe embryonnaire** appelée **amnios** (fig. 261). Son développement est achevé environ 60 heures après le début de l'incubation. L'embryon est alors enfermé dans une poche remplie de liquide : la **cavité amniotique.** L'amnios et le liquide amniotique constituent un système protecteur pour les tissus fragiles de l'embryon.

A la fin du quatrième jour, la tête s'est considérablement développée ; les ébauches des yeux et des fossettes olfactives sont apparues. Le corps s'est courbé. Le système circulatoire (cœur et vaisseaux sanguins) s'est perfectionné. L'embryon, bien distinct du reste du vitellus, est relié à lui par un **cordon ombilical.**

A la partie postérieure du corps, se forme une expansion translucide qui part de l'ébauche de l'appareil digestif ; cette expansion, en se développant, va entourer le blanc de l'œuf et finalement se coller contre la paroi interne de la coquille. Cette expansion est une **seconde enveloppe embryonnaire** appelée **allantoïde** (fig. 261) ; à la fin de son développement elle fonctionnera comme un organe respiratoire. En effet, elle est parcourue par un riche réseau de petits vaisseaux sanguins, et les échanges gazeux de la respiration se font à travers la paroi poreuse de la coquille. Le sang apporte aussi à l'embryon de l'eau prélevée dans le blanc d'œuf. Enfin, l'allantoïde joue un rôle excréteur : l'embryon y rejette ses déchets sous forme de cristaux d'urates.

Au 6e jour, la taille de l'embryon a considérablement augmenté. Les yeux ont un volume énorme par rapport à celui de la tête ; le cristallin se forme. Les ébauches des ailes et des pattes postérieures sont bien visibles.

Au 9e jour, le bec est bien formé, l'œil largement ouvert, le trou auditif nettement visible ; les ailes et les pattes sont constituées. Les réserves vitellines ont diminué considérablement.

Au 12e jour, le duvet apparaît à la surface du corps.

Au 16e jour, l'embryon occupe une grande place à l'intérieur de la coquille ; à la partie supérieure du bec, apparaît une aspérité dure, le diamant, qui permettra au poussin d'ouvrir sa coquille. Les réserves nutritives ont encore diminué.

Au 18e jour, la formation du poussin est achevée, les pattes sont bien constituées, avec écailles et griffes.

Au 20e jour, le poussin devient actif, il déchire ses enveloppes embryonnaires devenues inutiles, car la respiration pulmonaire a commencé.

Au 21e jour, avec le diamant du bec, il perce un petit trou dans la coquille, puis la découpe progressivement. Par des efforts renouvelés, il réussit à se libérer. Une heure plus tard, le duvet sec et l'œil brillant, il peut déjà se tenir sur ses pattes. Peu de temps après, il commencera à s'alimenter.

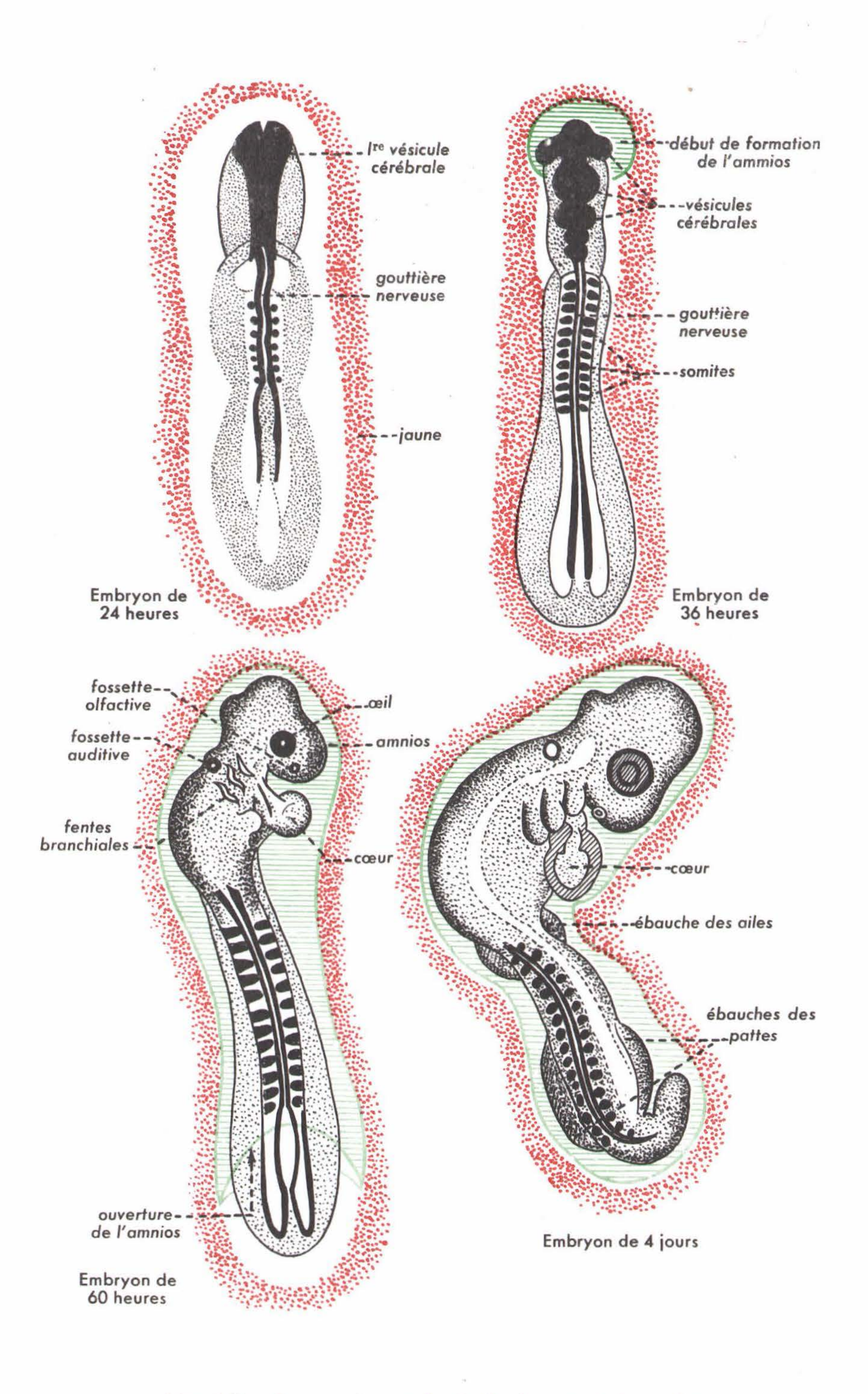


FIG. 262. - *Les premiers stades du développement du poulet.*



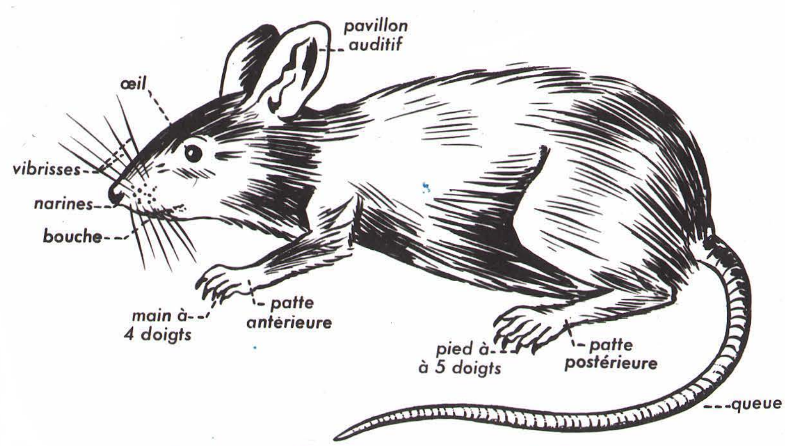


Fig. 263. - *Morphologie externe de la Souris.*

LA SOURIS

La ***Souris commune*** *est un petit animal qui vit dans les maisons depuis l'antiquité. La Souris blanche, race albinos de la Souris grise, est couramment utilisée dans les laboratoires en raison de son élevage facile et de sa reproduction rapide. L'élevage peut se faire dans des cages métalliques dont le nettoyage est aisé, et sa nourriture ne pose aucun problème, car elle a un régime omnivore très varié.*

1° DESCRIPTION ET STRUCTURE

Anatomie externe Le corps de la Souris est entièrement recouvert de **poils.** On distingue les trois parties habituelles des Vertébrés : la tête, le tronc avec les membres, la queue.

a) **La tête** (fig. 263). La tête est surmontée par les deux **pavillons mobiles** des oreilles. Les **yeux,** arrondis, placés latéralement, sont protégés par **deux paupières mobiles.** Au-dessous des **narines,** le museau est fendu verticalement jusqu'à la bouche (bec de lièvre) et découvre la pointe de quatre incisives saillantes. De chaque côté du museau, de longs poils raides et sensibles, les **vibrisses,** forment les **moustaches.**

b) **Le tronc et les membres.** Le tronc porte, chez la femelle, **trois paires de mamelles ventrales** qui sécrètent le lait, liquide nutritif indispensable au petit souriceau après sa naissance : la Souris est un **Mammifère** (porteur de mamelles). L'anus est situé à la partie postérieure du corps, en arrière des orifices génito-urinaires. Chez la femelle, ces orifices sont séparés ; en avant de l'orifice génital se trouve une papille urinaire. Chez le mâle, il n'y a qu'un orifice situé à l'extrémité d'un organe d'accouplement : le **pénis.**

Les **membres antérieurs** sont assez courts ; la main porte quatre doigts. Les **membres postérieurs** sont légèrement plus longs, et le pied possède cinq doigts. Tous les doigts sont armés de **griffes.** Sur la paume de la main et sur la plante des pieds, on observe de petites saillies arrondies, les **callosités plantaires** (fig. 264).

c) **La queue.** La queue, presque aussi longue que le corps, va en s'effilant vers son extrémité. Elle est recouverte d'écailles cornées annulaires d'où partent des poils raides et courts.

Anatomie interne On incise ventralement la peau de la Souris depuis l'extrémité de l'abdomen jusqu'au menton, et également le long des quatre membres (fig. 265) ; puis la peau est rabattue latéralement. On voit alors la **cage thoracique,** limitée par les côtes que recouvrent des muscles, et l'**abdomen,** limité par les muscles abdominaux.

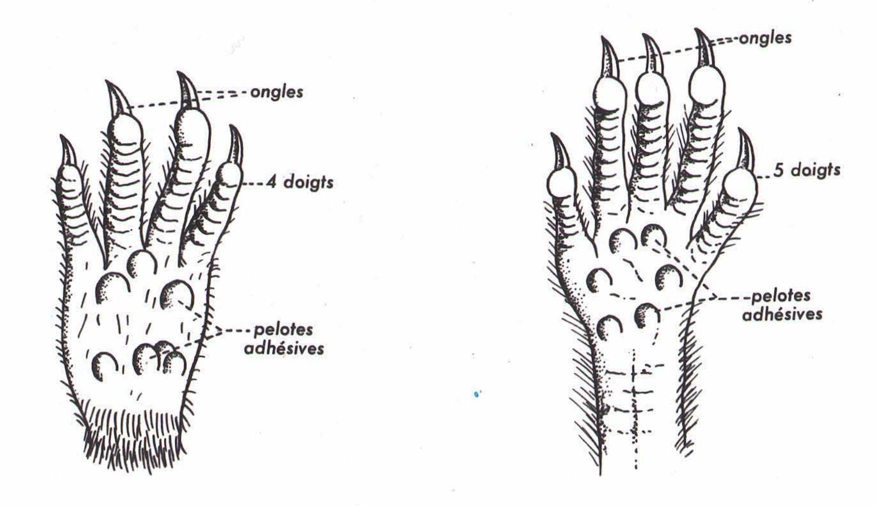
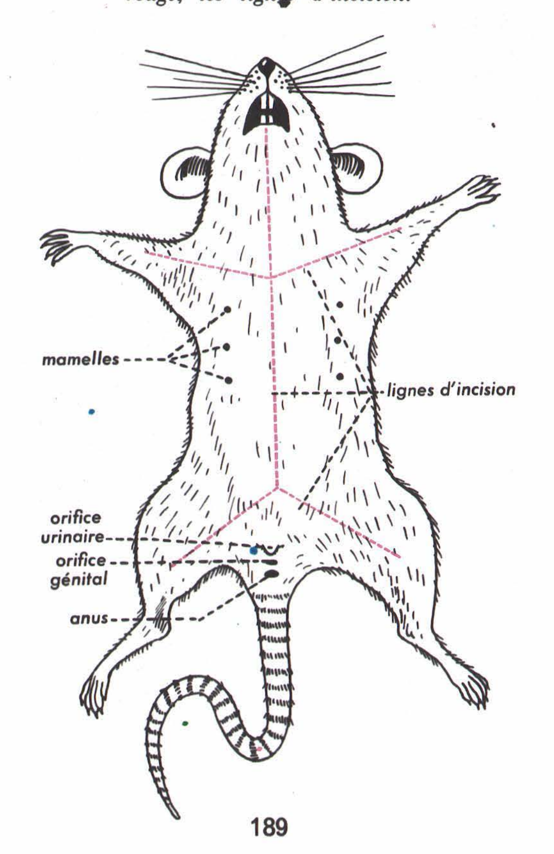


Fig. 264. - *A gauche : main de Souris ; à droite : pied de Souris.*

Fig. 265. - *Face ventrale de la Souris ♀; en pointillé rouge, les lignes d'incision.*



Sur la face profonde de la peau, on observe des muscles peauciers et des masses de graisse.

La paroi musculaire abdominale étant incisée et les côtes sectionnées, on voit (fig. 266) que le corps est divisé en deux cavités, la **cavité thoracique** et la **cavité abdominale,** séparées par un muscle, le **diaphragme.** Il est possible, alors, d'étudier les organes en place.

A. - **Étude des organes en place** (fig. 266).

— **Dans la région du cou,** la **trachée artère,** renforcée par des anneaux cartilagineux, est surmontée par le **larynx** et cache l'**œsophage** situé dorsalement par rapport à elle. A la partie supérieure de la trachée se trouve la **glande thyroïde,** et à la partie inférieure une autre glande plus grosse, le **thymus.** De part et d'autre de la trachée, on voit les **glandes salivaires,** particulièrement développées, et une paire de muscles volumineux, les **masseters.**

— **La cavité thoracique** montre, au centre, le **cœur** qu'entoure le **péricarde ;** il comprend **deux ventricules** et **deux oreillettes,** ces dernières de couleur nettement plus foncée que les

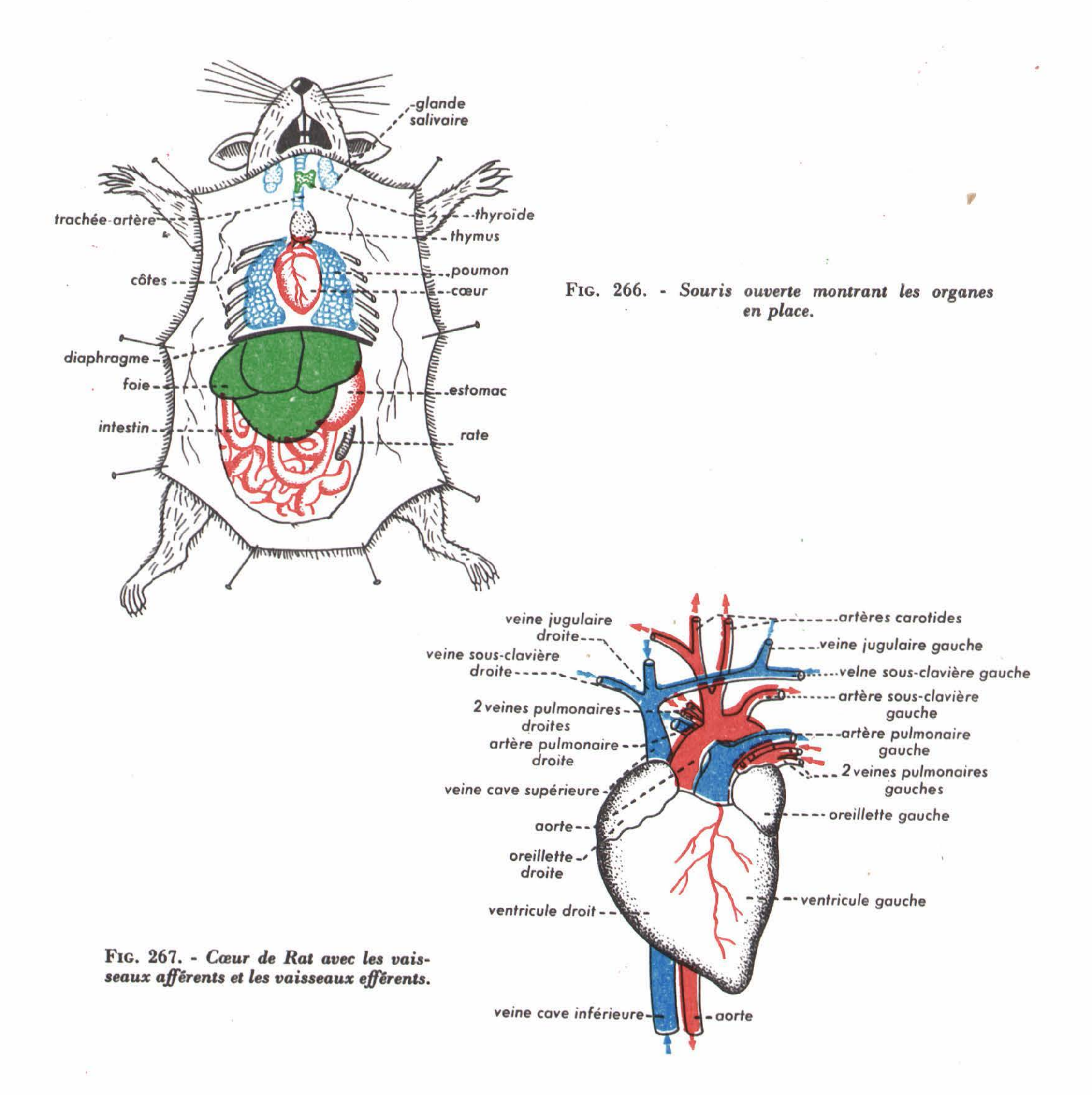


FIG. 266. - *Souris ouverte montrant les organes en place.*

FIG. 267. - *Cœur de Rat avec les vaisseaux afférents et les vaisseaux efférents.*

ventricules. A la partie supérieure du cœur, on peut observer, sauf s'ils sont encore cachés par le thymus, volumineux chez la Souris jeune, les **vaisseaux afférents** et les **vaisseaux efférents** qui feront l'objet d'une étude particulière. Le cœur est encadré par les **deux poumons,** organes rosés de consistance spongieuse ; le poumon gauche est formé de deux lobes, le droit de trois lobes. Vers l'arrière, les poumons vont jusqu'au diaphragme.

— **La cavité abdominale,** située en arrière du diaphragme, contient un **foie volumineux** découpé en plusieurs lobes ; à gauche, on aperçoit un organe plus clair, l'**estomac.** Près de lui se trouve la **rate,** rouge foncé ; la plus grande partie de la cavité est occupée par les circonvolutions de l'**intestin** maintenues en place par une fine membrane transparente contenant des vaisseaux sanguins : le **mésentère.**

B. - **Étude de la cavité buccale** (fig. 268). On incise les commissures buccales afin de pouvoir ouvrir plus largement la bouche. La denture comprend :

— A chaque mâchoire, deux incisives arquées terminées en biseau ; elles sont dirigées vers l'avant ; ces dents, à croissance continue, fonctionnent comme un ciseau de menuisier et servent à découper des copeaux dans les aliments durs, les racines par exemple.

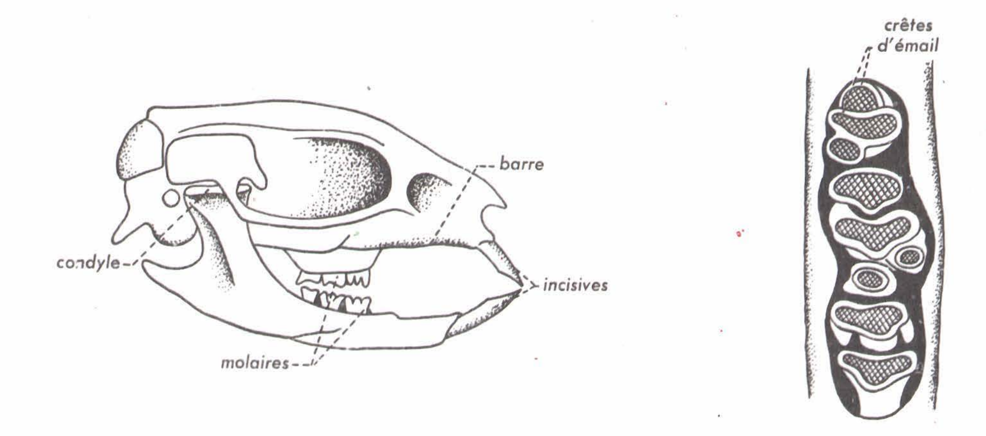


Fig. 268. - *A gauche : squelette de la tête du Rat ; à droite : molaires de la mâchoire inférieure.*

— Il n'y a pas de canines ; l'espace vide est la **barre.**

— Chaque demi-mâchoire porte **trois molaires** pourvues de saillies et de replis d'émail transversaux (fig. 268, à droite).

Les **condyles d'articulation** de la mâchoire inférieure, observés sur un crâne de Souris ou de Rat, sont étroits et allongés de l'avant vers l'arrière ; aussi la mâchoire inférieure se déplace-t-elle principalement dans cette direction. Au cours de la mastication, les molaires décrivent des ellipses allongées ; elles jouent un rôle de meule. La formule dentaire de la Souris est :

$$\frac{1}{1}\,I + \frac{0}{0}\,C + \frac{3}{3}\,M$$

Cette dentition est caractéristique des Mammifères qui appartiennent à l'ordre des Rongeurs.

Dans la bouche, on observe encore la langue et, en arrière, l'entrée du pharynx.

C. - **Étude de l'appareil digestif.** Pour observer l'appareil digestif, il faut enlever le cœur et les poumons, puis dérouler l'intestin (fig. 269).

L'**œsophage,** long et étroit, débouche dans l'**estomac** par le **cardia.** L'orifice de sortie de l'estomac, ou **pylore,** est bien marqué par un étranglement. L'**intestin,** qui a le même diamètre sur toute sa longueur, débute par l'anse duodénale. Sur le trajet de l'intestin se trouve une poche dilatée, le **cæcum.** L'intestin se termine par un rectum boursouflé.

On observe ensuite les glandes digestives. Les **glandes salivaires** sont bien visibles sous le plancher buccal. Le **foie,** volumineux, possède 5 lobes irréguliers ; la bile est évacuée par les **canaux biliaires** qui se réunissent pour former le **canal cystique** aboutissant lui-même à une **vésicule biliaire** assez volumineuse. La bile est ensuite évacuée dans le duodénum par le **canal cholédoque.**

Le **pancréas,** blanchâtre, d'aspect lobé, logé dans l'anse duodénale, rejette son suc pancréatique par un canal court qui débouche loin du canal cholédoque.

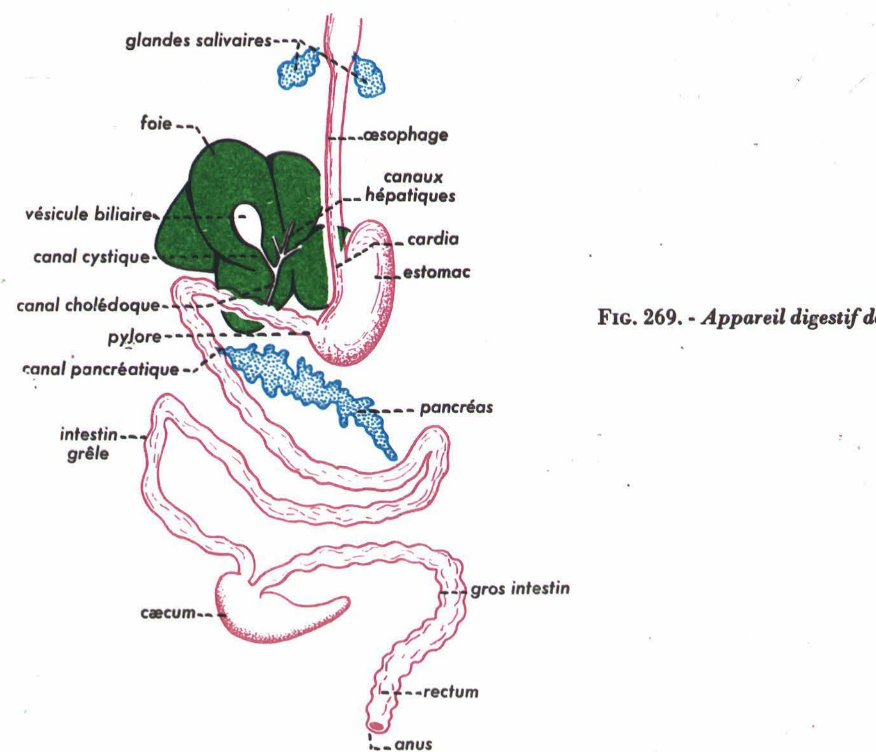


Fig. 269. - *Appareil digestif de la Souris.*

D. - **Étude de l'appareil urinaire et de l'appareil génital.** Enlever complètement l'appareil digestif en coupant l'œsophage au niveau du cou, et le rectum à 1 ou 2 centimètres en avant de l'anus ; puis dégager cette partie terminale du rectum. On peut alors observer les différentes parties de l'appareil urinaire et de l'appareil génital.

a) **L'appareil uro-génital mâle** (fig. 270 ♂). Les deux reins sont logés dans la cavité abdominale de part et d'autre de l'axe vertébral, et légèrement décalés l'un par rapport à l'autre. Ils sont surmontés chacun par une capsule surrénale. Chaque rein reçoit au niveau du **hile** une artère rénale qui se détache de l'aorte. Le sang ressort par une veine rénale qui va se jeter

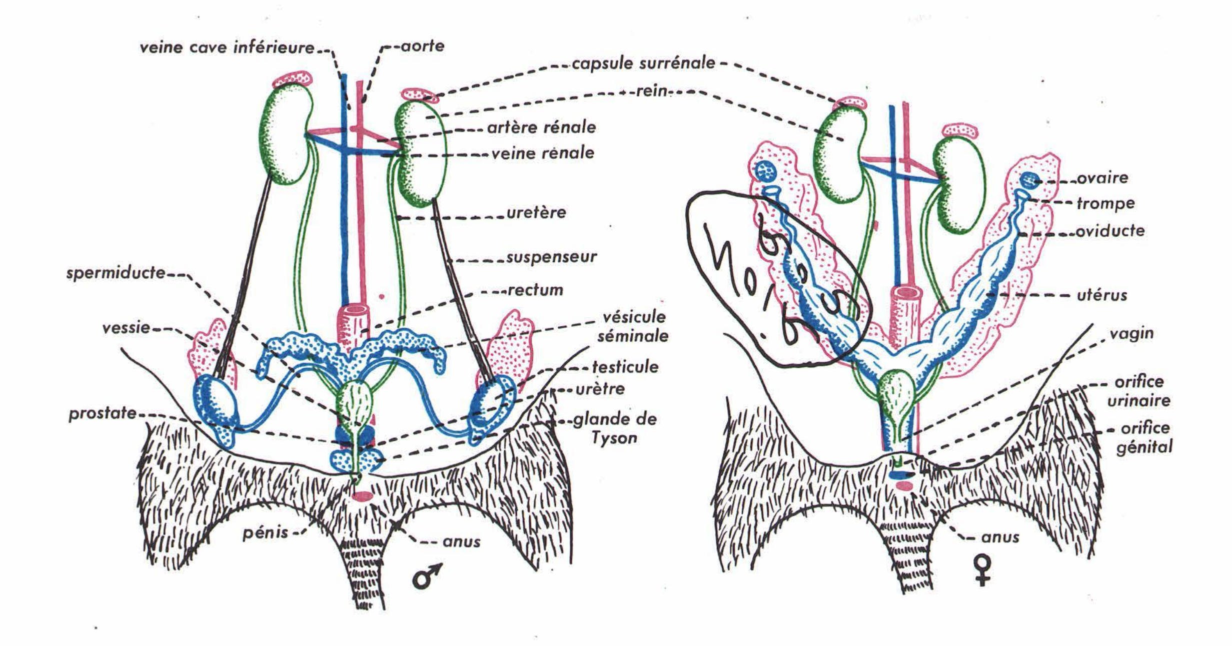


FIG. 270. - *Appareil uro-génital de la Souris. A gauche : chez le mâle ; à droite chez la femelle.*

dans la veine cave inférieure. Du hile sort également le conduit urinaire, ou **uretère.** Les **deux uretères** se jettent dans la **vessie** où l'urine s'accumule. De la vessie part l'**urètre** qui s'ouvre à l'extérieur par l'orifice urinaire.

Les deux **testicules,** ovales et blanchâtres, sont logés, en dehors de la période de reproduction, dans la cavité abdominale ; au contraire, pendant la période des accouplements ils sont placés dans des expansions externes appelées **bourses.** Chaque testicule est suspendu à la région dorsale abdominale par un ligament suspenseur, et se trouve englobé dans du tissu adipeux. Au départ du testicule, le canal **déférent,** ou **spermiducte,** s'enroule pour former l'**épididyme ;** à l'autre extrémité, il débouche dans l'urètre relié également à **deux vésicules séminales** boursouflées et arquées. Au-dessous de la vessie, l'urètre traverse une glande bilobée, la **prostate,** et communique avec une paire de glandes, les **glandes de Tyson.** Dans sa partie terminale, l'urètre chemine à l'intérieur d'un organe d'accouplement : le **pénis.**

b) **Appareil urinaire et appareil génital de la femelle** (fig. 270♀). L'appareil urinaire est identique à celui du mâle. L'appareil génital est constitué par **deux ovaires,** petits, granuleux, situés vers le bord postérieur et externe des reins. A proximité de chaque ovaire, on reconnaît le **pavillon,** ou **trompe de Fallope,** destiné à recueillir les ovules qui se détachent de l'ovaire ; la trompe se poursuit par un court **oviducte** sinueux qui se renfle pour former l'**utérus** dont les deux cornes se réunissent à leur partie inférieure en un **vagin** situé sous l'urètre. Le vagin s'ouvre à l'extérieur par la **vulve.**

Chez la femelle, l'appareil génital est donc bien distinct de l'appareil urinaire.

E. - **Étude de l'encéphale.** Pour étudier l'encéphale, on enlève la peau du crâne, puis, avec la pointe du scalpel, on détache les os de la calotte crânienne. On voit alors la face dorsale de l'encéphale et on observe d'avant en arrière (fig. 271) :

— Les **lobes olfactifs.**
— Les **deux hémisphères cérébraux,** lisses mais bien développés.
— A l'extrémité du sillon interhémisphérique, une petite excroissance : l'**épiphyse.**

— En soulevant la partie postérieure des hémisphères cérébraux, on découvre les lobes optiques, encore appelés **tubercules quadrijumeaux.**
— Le **cervelet,** plissé, avec un lobe médian et deux lobes latéraux.
— Le **bulbe rachidien,** de forme conique, qui se poursuit par la **moelle épinière.**

Cet encéphale est caractérisé par un grand développement des hémisphères cérébraux et du cervelet par rapport aux autres parties ; il faut noter également que les lobes optiques, assez réduits, sont subdivisés en quatre tubercules.

F. - **Étude de quelques préparations microscopiques.**

a) **Coupe dans la peau d'un Mammifère** (fig. 272). Observée au microscope, une coupe colorée de peau de Mammifère montre :

— En surface, un **épiderme ;** ce tissu est un **épithélium stratifié,** c'est-à-dire un épithélium formé par plusieurs couches de cellules superposées.
— A la base, les cellules sont vivantes (couche génératrice) ; elles se divisent et s'accroissent, poussées au fur et à mesure vers la surface par les nouvelles cellules qui se forment. En même temps, elles subissent une dégénérescence cornée, meurent, s'aplatissent, et finalement se détachent de la peau (desquamation).
— En profondeur, sous l'épiderme, le **derme ;** c'est un **tissu conjonctif,** dense au contact de l'épiderme, plus lâche dans sa partie profonde ; on y voit des amas de cellules adipeuses, c'est-à-dire bourrées de graisse ; le derme est riche en capillaires sanguins et en corpuscules tactiles.
— Des **poils,** dont la partie libre, ou **tige,** est faite de cellules cornées mortes. La partie enfoncée dans la peau, ou **racine,** s'élargit à sa base pour former la **papille,** richement irriguée par des vaisseaux du derme ; cette papille est une dépendance de la partie vivante de l'épiderme (couche génératrice) enfoncée dans le derme. **Le poil est une formation épidermique.** En rapport avec le poil, on observe une **glande sébacée** qui sécrète une substance rendant le poil luisant et souple, et un **muscle horripilateur** qui peut faire saillir le poil à la surface de la peau.

b) **Préparation microscopique d'une coupe d'ovaire de Souris** (fig. 273). Chez les Mammifères, la cellule reproductrice femelle, ou **ovule,** est enfermée dans un système complexe de cellules appelé **follicule de Graaf.** Une membrane épaisse de nature conjonctive, appelée **thèque,** entoure chaque follicule. A l'intérieur de la thèque, de nombreuses cellules de petite taille, les **cellules folliculaires,** forment un ensemble portant le nom de **granulosa.**

Au milieu de la granulosa, on reconnaît facilement l'ovule, plus gros, plus clair, et avec un noyau bien visible. Le follicule renferme une cavité remplie d'un liquide, le **liquide folliculaire.** A maturité, chaque follicule se rompt et met en liberté l'ovule qu'il renferme : c'est la ponte ovulaire.

2° BIOLOGIE DE LA SOURIS

Sensibilité Tous les organes des sens sont bien développés. Les **yeux** possèdent la même structure que l'œil humain et le même fonctionnement. L'oreille, organe de l'**audition,** comporte, comme chez tous les Mammifères terrestres, trois parties : l'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne. Le pavillon auditif est bien développé. L'**odorat** est très sensible ; les fosses nasales, séparées de la cavité buccale par la voûte du palais, communiquent avec le pharynx. De nombreux corpuscules tactiles situés dans le derme constituent les organes de la **sensibilité générale.**

Locomotion La Souris se déplace rapidement, d'une allure furtive et pressée. Grâce aux callosités plantaires et aux griffes, elle peut grimper sur des surfaces verticales présentant de minuscules aspérités.

Nutrition a) **Régime alimentaire.** Le régime alimentaire est **omnivore ;** les Souris sont des commensaux de l'homme : elles vivent souvent aux dépens de ses provisions. Les Souris sont particulièrement voraces et arrivent à ingérer journellement une quantité de nour-

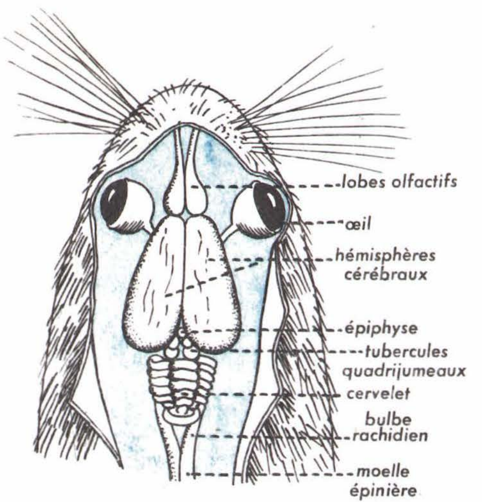


FIG. 271. - *Encéphale de Souris.*

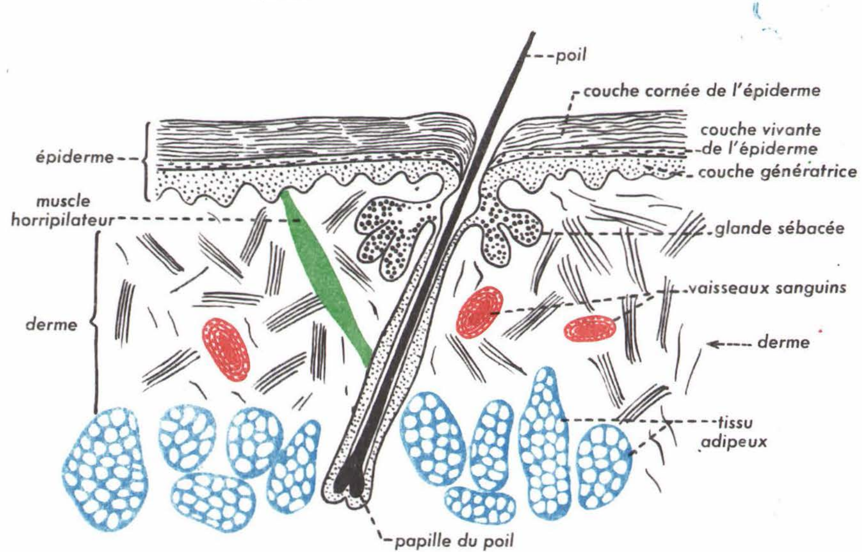


FIG. 272. - *Structure de la peau d'un Mammifère.*

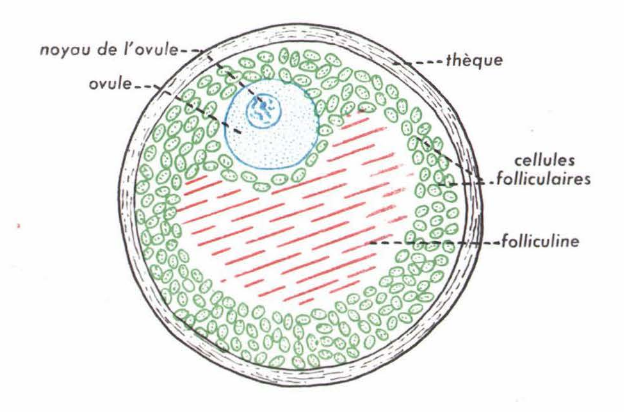


FIG. 273. - *Follicule de Graaf.*

riture qui dépasse parfois le tiers de leur poids. Les Souris rongent les matières animales et végétales, gaspillant une grande quantité de denrées, détériorant même certains matériaux comme le bois et le cuir, poussées par un besoin incessant d'usure dentaire, en particulier d'usure des incisives : c'est pour la Souris une nécessité vitale, car toute incisive qui n'est pas usée continue de croître sans interruption, peut sortir de la bouche, et rendre impossible la mastication. C'est ce qui arrive quand l'une des incisives se casse : celle qui lui fait vis-à-vis ne peut plus s'user par frottement.

b) **Digestion.** Grâce à la séparation de la cavité buccale et des fosses nasales par la voûte du palais, la Souris, comme tous les Mammifères, peut prolonger la mastication sans cesser de respirer. Les glandes salivaires, bien développées, sécrètent une quantité importante de salive (aliments secs le plus souvent). La digestion se poursuit dans l'estomac et l'intestin.

Circulation L'appareil circulatoire atteint chez les Mammifères un haut degré de perfectionnement ; le cœur a quatre cavités, et aucune communication n'existe entre la partie gauche contenant du sang oxygéné, et la partie droite contenant du sang riche en gaz carbonique. L'aorte ne possède qu'une crosse, la crosse aortique gauche. Enfin, notons que les globules rouges sont dépourvus de noyaux.

Respiration Les poumons ont une structure alvéolaire très délicate. Les conduits respiratoires, ou **bronches,** s'y ramifient en un grand nombre de **bronchioles** qui aboutissent à de petites **vésicules** dont la paroi forme de nombreux **alvéoles.** Les échanges respiratoires entre l'air des vésicules et le sang des capillaires sanguins qui les entourent, s'effectuent à travers la paroi, qui est extrêmement mince. Les poumons des Mammifères sont enveloppés par une membrane à double feuillet, la **plèvre,** dont le feuillet externe adhère à la paroi thoracique et le feuillet interne au poumon.

Les mouvements respiratoires sont dûs à la contraction des muscles de la cage thoracique et du diaphragme. Leur contraction dilate la cage thoracique et les poumons suivent ce mouvement. Une circulation parfaite et une respiration active permettent aux Mammifères de maintenir constante la température de leur corps.

Excrétion L'excrétion est assurée par **deux reins** qui, comme c'est très souvent le cas chez les Mammifères, ont la forme d'un haricot. Les reins sont formés par l'agglomération d'une multitude de petits canaux miscrocopiques, les **tubes urinifères,** qui puisent dans le sang les matières de déchet, urée, acide urique, constituants de l'urine.

Reproduction Les Souris sont d'une extrême fécondité : elles peuvent avoir par an jusqu'à six portées de quatre à huit petits chacune ! Et dès l'âge de six semaines les jeunes Souris commencent à se reproduire. La gestation dure 21 jours. On a calculé qu'un seul couple, si tous les petits restaient vivants et se reproduisaient à leur tour, produirait en trois ans de 15 à 20 millions d'individus... Cette fécondité exceptionnelle explique la prolifération des Souris partout où elles trouvent facilement de la nourriture. Heureusement, elles ont dans la nature de nombreux ennemis : Mammifères carnassiers, Oiseaux de proie, Vipères.

Chez les Mammifères placentaires, la production des ovules obéit à un processus périodique : le **cycle œstrien ;** tous les quatre ou cinq jours se produit chez la Souris la **maturation d'un follicule de Graaf,** puis la **ponte ovulaire** suivie de la formation, sur l'ovaire, d'un **corps jaune** qui se résorbe ensuite. Ce corps jaune est formé par le follicule aussitôt après l'expulsion de l'ovule. Corps jaune et liquide folliculaire sécrètent des **hormones** qui passent dans le sang et jouent un rôle très important dans les phénomènes de reproduction. Chez les mâles, au contraire, la formation de spermatozoïdes est continue.

Après l'accouplement, les ovules sont fécondés dans l'utérus **(fécondation interne).** L'œuf des Mammifères est dépourvu de vitellus. L'embryon se fixe sur la paroi utérine et deux annexes embryonnaires apparaissent (fig. 274) :

— **L'amnios,** qui forme un sac protecteur autour de l'embryon ; ce dernier flotte dans le **liquide amniotique.**

— **L'allantoïde,** qui est une annexe respiratoire.

Ces deux membranes communiquent avec l'embryon par le cordon ombilical. L'embryon est relié au corps maternel par des villosités de l'allantoïde qui pénètrent dans la paroi utérine. A cet endroit, la paroi utérine s'épaissit et se congestionne (chorion), les vaisseaux sanguins y forment des lacunes ou baignent les villosités ; l'ensemble constitue un disque de fixation, le **placenta,** qui comprend donc deux parties étroitement unies, l'une appartenant à l'embryon (placenta fœtal), l'autre à l'utérus (placenta maternel). Au niveau du placenta, les substances nutritives passent du sang de la mère dans le sang de l'embryon, et les substances de déchet produites par ce dernier suivent le trajet inverse. C'est également au niveau du placenta que s'effectuent les échanges respiratoires.

L'expulsion du fœtus est déclenchée par la production d'hormones hypophysaires, ovariennes et placentaires. Pendant l'expulsion, l'amnios se rompt et le liquide amniotique (les eaux) s'écoule ; le fœtus apparaît à l'extérieur, expulsé par les contractions utérines. Il est encore relié au placenta par le cordon ombilical qui finira par se rompre. L'expulsion du fœtus sera suivie de celle du placenta.

Après la naissance, les souriceaux sont encore aveugles et trop faibles pour subvenir à leur nourriture ; la mère doit prendre soin d'eux, les réchauffer et les nourrir. Le lait produit par les glandes mammaires est un aliment complet pour le jeune Mammifère, car il renferme les éléments indispensables pour la croissance : eau, sels minéraux (1), un sucre (lactose), des protides (albumine, caséine), et des lipides.

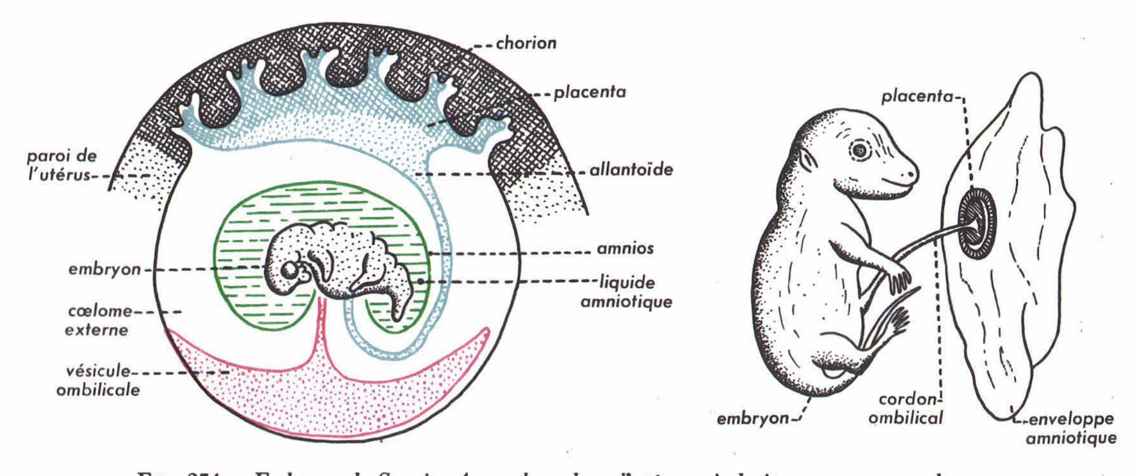


Fig. 274. - *Embryon de Souris. A gauche : dans l'utérus ; à droite : sans ses enveloppes.*

3° PLACE DE LA SOURIS DANS LE RÈGNE ANIMAL

La Souris est un **VERTÉBRÉ** quadrupède dont le corps est recouvert d'une fourrure formée de **poils ;** le cœur a quatre cavités et la cage thoracique est séparée de la cavité abdominale par un **diaphragme ;** les hémisphères cérébraux et le cervelet sont bien développés ; la femelle est **vivipare** et **allaite** ses petits à l'aide de **mamelles.** Pour toutes ces raisons, la Souris fait partie de la classe des **MAMMIFÈRES.**

Les caractères de la denture : absence de canines, incisives longues et courbées à croissance continue, molaires à crêtes d'émail transversales qui fonctionnent comme des râpes, placent la Souris dans l'ordre des **RONGEURS.**

---

(1) En particulier des sels de chaux indispensables pour l'édification du squelette.

4° ANIMAUX VOISINS DE LA SOURIS ET LUTTE CONTRE LEURS DÉGÂTS

Il existe plusieurs espèces de Souris : **Souris naine, Souris rousse,** etc... Les **Rats,** comme les Souris, sont des commensaux de l'homme et vivent aux dépens de ses provisions. Il existe en France deux sortes de Rats : le **Rat noir** et le **Rat gris** appelé aussi surmulot.

Le Rat noir, originaire d'Asie Mineure, a été introduit en France au XIIIe siècle par les Croisés qui ont ramené involontairement dans leurs bagages cet hôte indésirable. Il est le responsable des graves épidémies de peste qui, depuis cette époque, ont ravagé certains pays d'Europe.

Le Rat gris, ou surmulot, a été introduit plus tard, au cours du XVIIIe siècle ; il est originaire d'Asie.

Depuis, ces deux races ont vécu en concurrence, se disputant les réserves alimentaires humaines ; mais elles ont élu domicile dans des endroits distincts : le Rat noir vit dans les parties hautes et sèches des maisons (greniers, soupentes...), tandis que le surmulot s'est installé dans les parties basses et humides (caves, égouts...).

Leur exceptionnelle fécondité, les ravages qu'ils causent dans les provisions de l'homme et leur rôle d'agents transmetteurs de diverses maladies dont l'une des plus dangereuses est la peste, ont mis les hommes dans l'obligation de poursuivre contre ces animaux nuisibles une lutte constante.

Les différents principes de cette lutte, ou **dératisation,** sont les suivants :

— Élimination des détritus dans les caves et les greniers.

— Constructions en béton.

— Édification de silos inaccessibles aux Rongeurs pour le stockage des denrées végétales.

— Destruction de ces animaux par des appâts empoisonnés (strychnine), par des gaz toxiques (chloropicrine, gaz cyanhydrique), ou par l'emploi de virus déclenchant chez les Rats des épidémies mortelles (virus Pasteur = typhoïde du Rat).

D'autre part, certains animaux, ennemis naturels de ces Rongeurs, aident l'homme dans sa lutte. Certains même ont été domestiqués et entraînés tout spécialement pour cette lutte : Chiens, Chats.

Il existe à Paris un service qui a pour but, par des examens journaliers de Rats capturés, de dépister les animaux qui seraient porteurs de germes pesteux. Pour cela, on fait des examens microscopiques et des inoculations à des Souris blanches.

21

ADAPTATION AU RÉGIME ALIMENTAIRE CHEZ LES INSECTES (1)

Chez les Insectes, l'**appareil masticateur,** ou **appareil buccal,** est formé par un ensemble de pièces, les **pièces buccales.** Il est toujours construit sur le même plan et comprend :

— Une **lèvre supérieure,** ou **labre,** qui est un simple repli chitineux et n'a pas la valeur d'un appendice.
— Une **paire de mandibules,** qui ont la valeur d'appendices.
— Une **paire de mâchoires,** ou **maxilles,** qui sont également des appendices et présentent, dans de nombreux cas, une pièce interne formant la partie masticatrice proprement dite, et une pièce externe articulée appelée **palpe maxillaire.**
— La **lèvre inférieure,** ou **labium,** est une pièce unique formée par la soudure d'une paire d'appendices ; elle possède souvent une paire de pièces externes articulées, les **palpes labiaux.**

Mais, si le plan général de ces pièces se retrouve chez la plupart des Insectes, les pièces buccales subissent, par contre, de profondes transformations en rapport avec le mode de vie de l'Insecte, avec sa physiologie et en particulier son régime alimentaire. Malgré une grande diversité dans la façon de se nourrir, on peut distinguer chez les Insectes quelques types d'adaptation fondamentaux.

1° LE TYPE BROYEUR
(fig. 275 A)

Le type broyeur a déjà été étudié avec le **Criquet.** On le rencontre chez de nombreuses espèces ; c'est le type le plus primitif.

La **lèvre supérieure** est formée par un simple repli chitineux.

Les **mandibules** sont les véritables pièces masticatrices, solides, fortement chitinisées et dentées ; elles ne possèdent pas de palpes et servent à réduire en petits fragments les organes végétaux dont se nourrit le Criquet.

Les **mâchoires** sont restées semblables au type fondamental des appendices des Arthropodes (2) : ce sont des pièces biramées comprenant une pièce basilaire, un article interne avec **lame masticatrice** et **galéa,** une pièce externe articulée, le **palpe maxillaire,** qui joue le rôle d'un organe sensoriel.

La **lèvre inférieure** est formée de deux pièces soudées portant latéralement une paire de **palpes labiaux** qui sont aussi des organes sensoriels.

2° LE TYPE LÉCHEUR-LABIAL
(fig. 275 B et 276 A)

Nous avons étudié le type lécheur-labial chez l'Abeille. L'armature buccale comprend les mêmes pièces que l'appareil broyeur, mais elles ont des formes très différentes :

— La **lèvre supérieure** est, ici, un repli chitineux très réduit.
— Les **mandibules** forment une paire de petites pièces solides, à extrémité arrondie ; elles permettent à l'Abeille d'accomplir certains travaux comme le malaxage de la cire, la confection des alvéoles et la récolte du pollen.
— Les **mâchoires,** très différentes de celles du type broyeur, sont allongées en forme de palettes, et constituées chacune par deux pièces soudées : la **lacinia** à la base, et la **galéa,** plus développée ; les **palpes maxillaires** sont très réduits.

(1) Revoir les leçons sur les Insectes.
(2) Voir l'étude des appendices de l'Écrevisse.

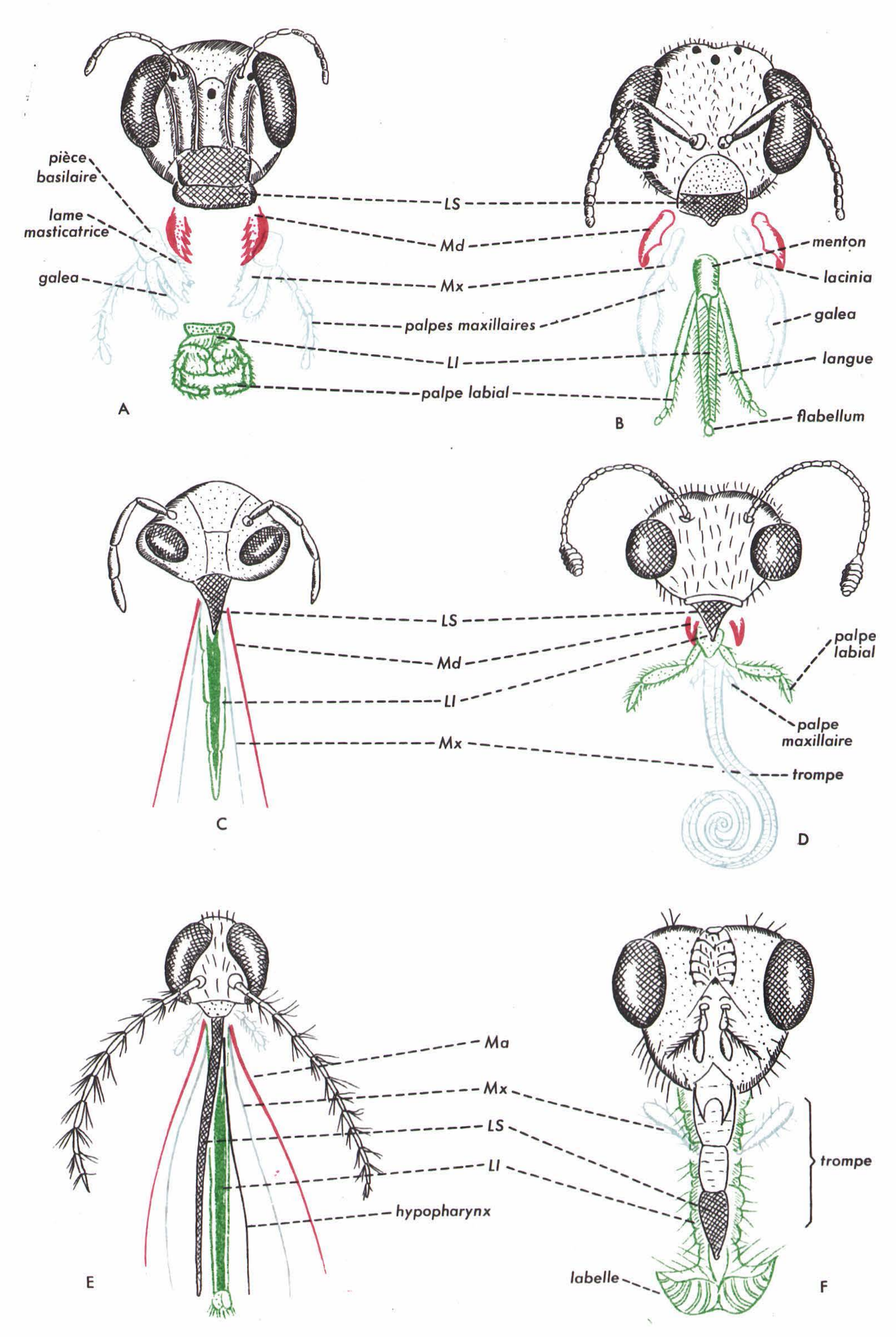


FIG. 275. - *Les principaux types d'appareils buccaux des Insectes.*

A : *Type broyeur (Criquet).*
B : *Type lécheur-labial (Abeille).*
C : *Type piqueur-suceur (Pentatome).*
D : *Type suceur-maxillaire (Piéride).*
E : *Type piqueur-suceur (Moustique).*
F : *Type suceur-labial (Mouche bleue).*

— La **lèvre inférieure** est la pièce la plus caractéristique ; allongée en une **langue** hérissée de poils et creusée d'un canal médian, elle sert à lécher et à pomper le nectar des fleurs ; son extrémité forme une sorte de cuiller. Cette langue flexible est protégée latéralement, d'abord par des palpes labiaux allongés, ensuite par les mâchoires.

3° LE TYPE SUCEUR-MAXILLAIRE
(fig. 275 D et 276 B)

Le type suceur maxillaire se rencontre chez les **Papillons** :

— La **lèvre supérieure** est très peu développée.
— Les **mandibules,** atrophiées, sont réduites à de petits crochets.
— Les **mâchoires,** très différentes de celles du Criquet, constituent les pièces les plus importantes de cet appareil buccal ; elles forment une longue **trompe** enroulée en spirale à son extrémité. Chaque mâchoire est donc étirée en une longue pièce creusée en gouttière sur sa face interne ; les deux mâchoires, appuyées l'une contre l'autre, forment un tube complet qui se déroule, atteint le fond de la fleur et aspire le nectar. Au repos, cette trompe s'enroule et se loge dans une fente creusée sur la face ventrale du corps. Les palpes maxillaires sont très réduits.
— La **lèvre inférieure,** peu développée, présente une paire de **palpes labiaux,** bien visibles, formés de plusieurs articles.

4° LE TYPE PIQUEUR-SUCEUR

Premier exemple (fig. 275 C et 276 C) : l'appareil buccal d'une **Punaise des bois,** le **Pentatome.** Chez le Pentatome, l'ensemble des pièces buccales forme un **rostre** qui, au repos, est rabattu en arrière contre la face ventrale. Pour se nourrir, l'Insecte redresse le rostre perpendiculairement au corps et, grâce à des **stylets perforants,** perce les jeunes tissus végétaux et aspire la sève qui sort par cette blessure.

La **lèvre supérieure,** réduite, recouvre seulement en partie la gouttière du rostre.

Les **mandibules** forment deux soies raides creusées du côté interne : les **stylets.**

Les **mâchoires** forment également **deux stylets perforants** appuyés l'un contre l'autre et délimitant intérieurement **deux canaux** : l'un pour l'aspiration des sucs végétaux, l'autre pour le rejet de la salive.

La **lèvre inférieure** est très développée : elle forme le **rostre,** étui creusé en gouttière qui entoure les stylets perforants.

On notera l'absence de palpes.

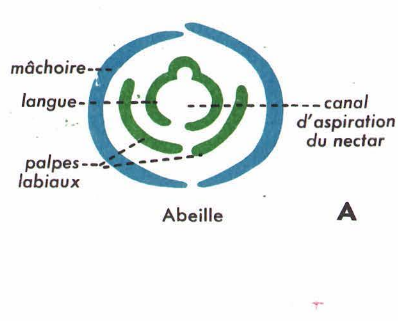
Deuxième exemple (fig. 275 E et 276 D) : le **Moustique femelle.** La femelle du Moustique est un Insecte qui ne se nourrit que de sang. Son appareil buccal est constitué par une **trompe** renfermant des **aiguillons perforants** que l'Insecte fait pénétrer à travers la peau ; ce système perforant est complété par des conduits permettant le rejet de la salive et la succion du sang.

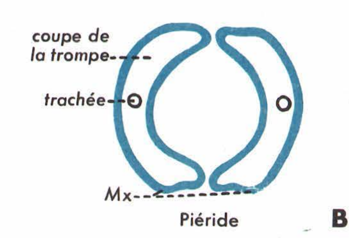
La **lèvre supérieure,** allongée, recouvre partiellement la lèvre inférieure creusée en gouttière et formant un fourreau où sont logées les soies perforantes constituées par les deux mandibules et les deux mâchoires. A ces soies s'ajoute encore un autre aiguillon chitineux, l'hypopharynx, qui n'est pas un appendice mais une expansion chitineuse ; il renferme un canal permettant la sortie de la salive. L'aspiration du sang se fait surtout par la gouttière que forme la lèvre supérieure appuyée sur l'hypopharynx.

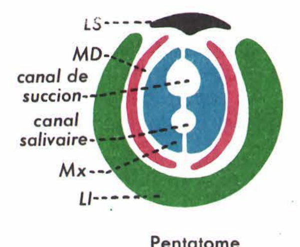
5° LE TYPE SUCEUR-LABIAL
(fig. 275 F et 276 E)

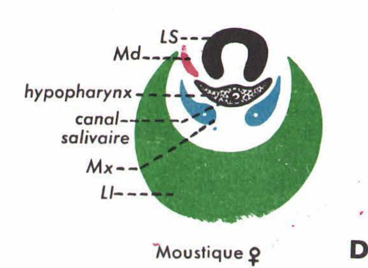
On peut observer le type suceur labial chez la **Mouche domestique.** Cet Insecte se nourrit de substances solubles (sucre par exemple) qu'il dissout dans sa salive et aspire ensuite par une **trompe molle.**

La trompe est surtout formée par la **lèvre inférieure** recourbée vers le haut en une **gouttière**









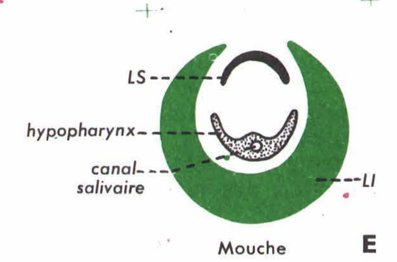


FIG. 276. - *Coupes transversales dans les appareils buccaux de l'Abeille, de la Piéride, du Pentatome, du Moustique (femelle) et de la Mouche bleue.*

que vient fermer la **lèvre supérieure.** L'extrémité de la trompe porte deux expansions spongieuses perforées de très nombreux orifices, points de sortie de minuscules canaux qui vont rejoindre le canal formé par les deux lèvres. Ces deux **lobes** permettent d'absorber par capillarité les liquides nutritifs. Les mandibules et les mâchoires ont disparu ; il ne reste qu'une paire de **palpes maxillaires** sur les côtés de la trompe. A l'intérieur de celle-ci, un repli chitineux rigide, l'**hypopharynx,** sert d'armature ; il est parcouru par un canal salivaire. Pour se nourrir, la Mouche applique ses lobes sur les aliments et rejette de la salive si ces derniers sont solides ; une fois dissoute, la substance nutritive pénètre d'abord par capillarité dans les minuscules canaux, puis est aspirée.

La réduction des pièces buccales et le mode très particulier d'absorption de la nourriture, nous permettent de dire que cet appareil est d'un type très spécialisé.

6° L'APPAREIL BUCCAL DE QUELQUES LARVES D'INSECTES

1. - **La larve de Libellule** (fig. 277). La larve de la Libellule vit dans les eaux douces. Très carnassière, elle est pourvue d'un appareil servant à capturer les proies. Cet appareil, appelé **masque,** est constitué par la lèvre inférieure allongée, articulée, repliée au repos sous la tête

et terminée par **deux crochets** formant pince. Pour capturer une proie (têtard, petit Poisson, etc...) le masque se projette en avant, la saisit avec ses pinces puis se replie vers la tête, portant l'animal vers la bouche où des mâchoires et des mandibules de type broyeur le dilacèrent. Dans cet appareil, la lèvre supérieure est peu développée.

2. - **La larve du Fourmilion** (fig. 278). La larve du Fourmilion se tient tapie au fond d'un trou en forme d'entonnoir qu'elle creuse dans le sable : elle se nourrit de petites proies (Fourmis principalement) qui tombent dans ce piège. La tête de la larve est pourvue de **mandibules** longues, pointues et dentées, formant une grosse **pince.** Chaque mandibule présente sur sa face inférieure une petite gouttière fermée sur toute sa longueur par une **mâchoire** étroite et longue. Par ce canal, la larve injecte dans la proie une salive capable de digérer sur place les tissus ; le produit liquide de cette digestion est ensuite aspiré par le même canal. Lèvre inférieure et lèvre supérieure sont peu développées.

3. - **La larve du Dytique** (fig. 279). Le **Dytique** est un gros Coléoptère qui vit dans les eaux douces (1). Sa larve mène également une vie entièrement aquatique et se nourrit de petits Poissons, de têtards, de Mollusques, de larves d'Insectes. Elle est pourvue d'une paire de puissantes **mandibules** formant **deux crochets** disposés en pince. La larve enfonce ces deux crochets dans la proie. Chaque mandibule est parcourue par un petit canal qui permet d'injecter à la proie une salive ayant à la fois des propriétés paralysantes et digestives. La proie est immobilisée et les tissus vivants, digérés sur place, sont liquéfiés puis aspirés par le même canal et conduits dans le tube digestif.

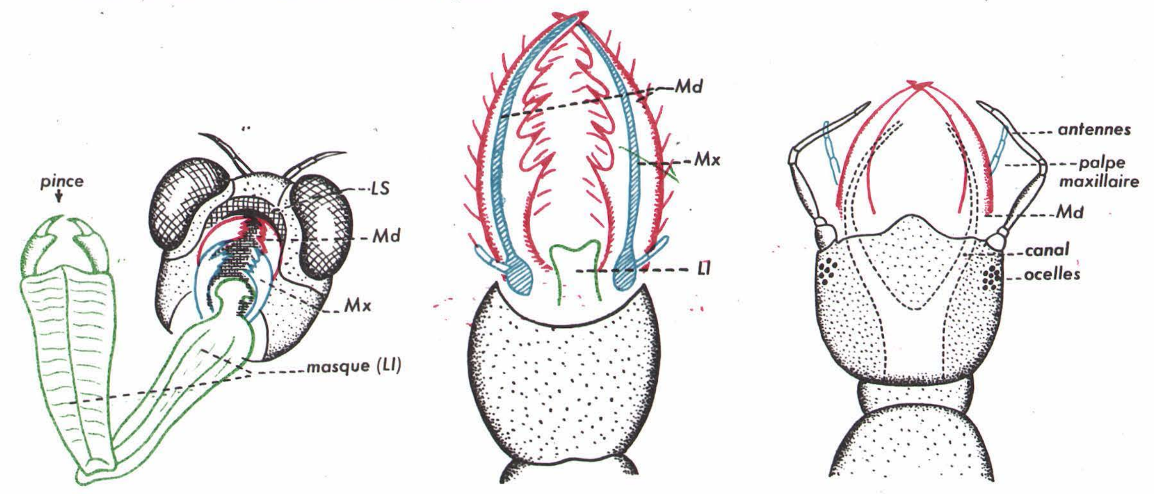


Fig. 277. - ***Tête de larve de Libellule, masque déplié.***

Fig. 278. - ***Tête de larve de Fourmillion (face ventrale).***

Fig. 279. - ***Tête de larve de Dytique***

CONCLUSION. - Les pièces buccales des Insectes ont des formes et des rôles très variés, mais elles sont toujours adaptées très étroitement au régime alimentaire de l'animal. Dans tous les types étudiés, on retrouve presque toujours les mêmes pièces : lèvres, mandibules et mâchoires. Tous les appareils buccaux semblent dériver du type broyeur, considéré comme le plus primitif, c'est-à-dire comme étant celui dont étaient pourvus les premiers Insectes apparus sur la Terre.

---

(1) Voir milieu d'eau douce.

22

ADAPTATION AU RÉGIME ALIMENTAIRE CHEZ LES MAMMIFÈRES

L'étude de la denture des Mammifères présente un grand intérêt. D'une part, la spécialisation des dents est un caractère propre aux Mammifères, et, d'autre part, la classification des Mammifères s'appuie sur les variations de cette denture. Chez les autres Vertébrés, les dents, lorsqu'elles existent, n'ont en général qu'un rôle réduit (rôle de préhension), tandis que chez les Mammifères elles ont un rôle masticateur important.

1° LES PRINCIPAUX CARACTÈRES DES DENTS CHEZ LES MAMMIFÈRES (1)

— Sur chaque mâchoire, les dents sont disposées en une **rangée unique**, continue ou discontinue.

— Chaque dent est formée d'une partie apparente, la **couronne**, et d'une partie cachée, la **racine**, enfoncée dans une cavité de l'os maxillaire, l'**alvéole dentaire.**

— Chez de très nombreux Mammifères, il existe **deux dentitions successives** : la première, appelée **dentition de lait,** ne fonctionne que chez l'animal jeune, et elle est remplacée par la **dentition définitive,** généralement plus complète que la précédente. Cependant, quelques Mammifères (Cétacés, Édentés) n'ont qu'une seule dentition. Chez d'autres, les dents disparaissent complètement ou sont remplacées par des formations de nature différente (Tatou, Baleines).

— La dentition des Mammifères est généralement **différenciée** : la forme des dents varie avec leur emplacement sur la mâchoire. On distingue des **incisives,** des **canines,** des **prémolaires** et des **molaires.** D'une façon générale, les incisives possèdent un bord tranchant et sont des dents préhensiles ; les canines, pointues le plus souvent, sont des dents capables de lacérer ; prémolaires et molaires (tranchantes ou broyeuses) sont les dents masticatrices par excellence.

— Il existe des dents à croissance limitée et des dents à croissance continue. Chez les dents à **croissance limitée,** l'orifice pulpaire, par où pénètrent les vaisseaux sanguins qui assurent la nutrition de la dent, se ferme presque complètement et la croissance s'arrête ; ce sont les dents dites à racines fermées (fig. 281). En réalité, il reste toujours un orifice très réduit permettant le passage des nerfs et des vaisseaux sanguins qui ravitaillent la dent, organe vivant. Bien souvent, les canines et les incisives sont de ce type, et c'est également le cas des molaires chez l'Homme et chez le Porc (fig. 280). Dans les dents à **croissance continue,** les racines sont largement ouvertes à leur base, ce qui permet une irrigation sanguine abon-

(1) Revoir la leçon sur la Souris.

dante. On observe cette structure sur les molaires des Ruminants, des Chevaux, des Rongeurs, tous ces animaux étant des herbivores dont les couronnes s'usent constamment (fig. 280). La molaire subit alors une abrasion intense et présente généralement une large surface, appelée **table d'usure,** où seules les parties dures (émail) forment des crêtes plus ou moins compliquées ; l'usure de la dent est compensée par sa croissance continue.

— On représente la denture d'un animal par une formule simple, facile à écrire et à retenir : c'est la **formule dentaire.** Les mâchoires présentant toujours une symétrie bilatérale, il suffira de considérer une demi-mâchoire supérieure et une demi-mâchoire inférieure. La formule dentaire s'écrit sous la forme :

$$\frac{a}{a'}\ \mathrm{I} + \frac{b}{b'}\ \mathrm{C} + \frac{c}{c'}\ \mathrm{PM} + \frac{d}{d'}\ \mathrm{M}$$

a b c d et a' b' c' d' représentant le nombre des incisives, des canines, des prémolaires et des molaires de la mâchoire supérieure et de la mâchoire inférieure.

— L'étude de la denture d'un Mammifère doit toujours être complétée par l'étude du **condyle d'articulation** de la mâchoire inférieure. En effet, les mouvements que cette mâchoire peut effectuer dépendent de la forme du condyle.

2° STRUCTURE DES DENTS DES MAMMIFÈRES

La forme de la couronne varie, comme nous le verrons plus loin, en fonction du régime alimentaire. La racine peut être simple (incisives, canines) ou présenter plusieurs pointes (molaires). Une coupe longitudinale d'une dent montre, de l'extérieur vers l'intérieur, au niveau de la couronne (fig. 281) :

— Une **cuticule** mince et lisse, résistante aux acides mais fragile aux chocs.

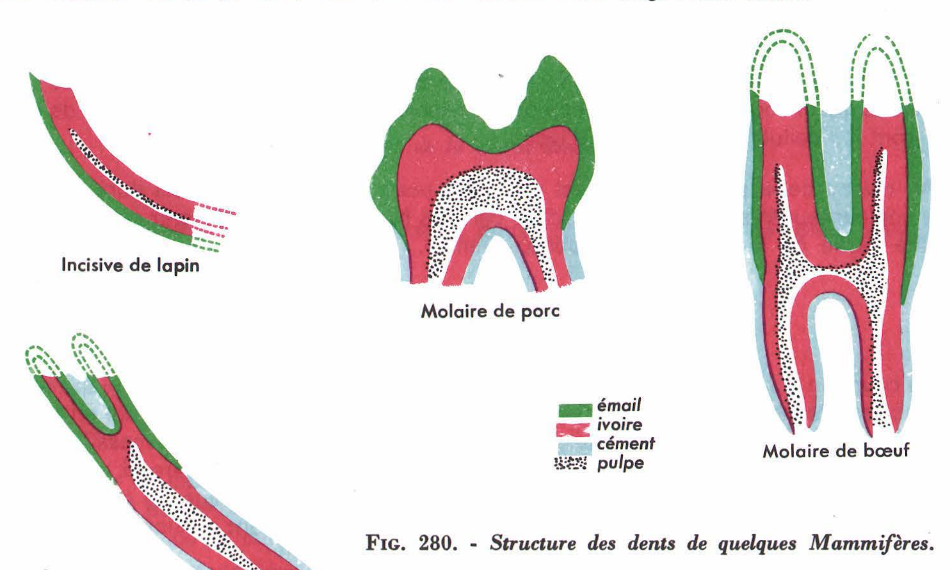


FIG. 280. - *Structure des dents de quelques Mammifères.*

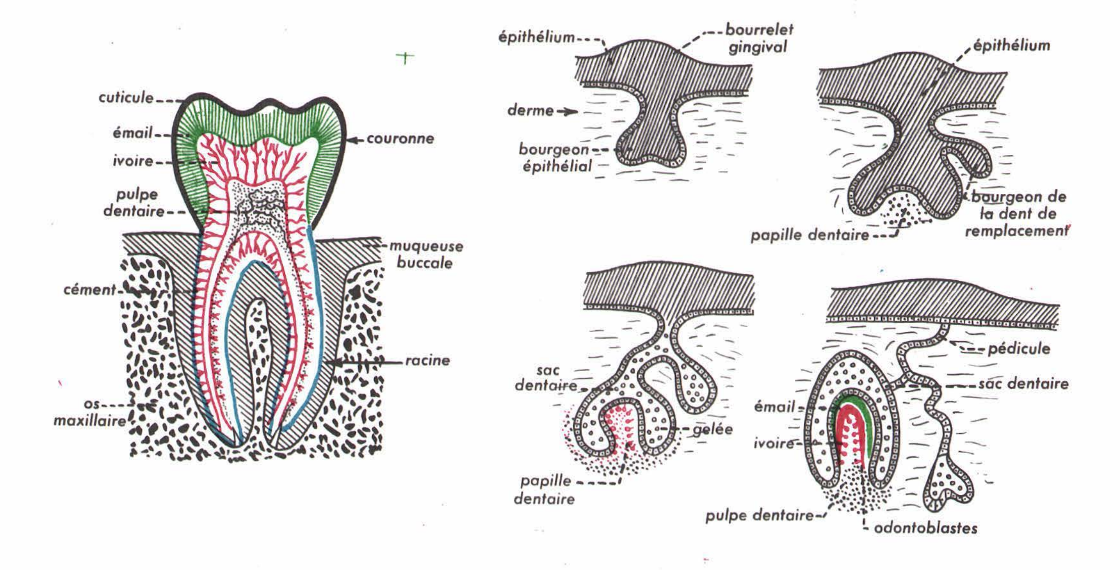


FIG. 281. - *Structure d'une molaire.*

FIG. 282. - *Origine et formation d'une dent de Mammifère.*

— L'**émail,** substance très dure, est très riche en sels minéraux (87 à 98 %), principalement en phosphate et carbonate de calcium. Cet émail se présente sous la forme de prismes parallèles soudés entre eux par un ciment.

— Sous l'émail, l'**ivoire,** moins dur et moins minéralisé (70 % de sels minéraux et 30 % d'osséine), est parcouru par de fins canalicules.

— La **pulpe,** partie vivante de la dent, est formée essentiellement d'un tissu conjonctif renfermant une ramification d'un **nerf sensitif** (nerf crânien) et des **vaisseaux sanguins.** A la surface de la pulpe et contre la face interne de l'ivoire, se trouve une assise de cellules vivantes qui envoient de fins prolongements cytoplasmiques dans les canalicules de l'ivoire : ce sont les cellules productrices d'ivoire.

Au niveau de la racine, l'ivoire est recouvert par une substance moins dure que l'émail, d'une couleur jaunâtre, le **cément** qui, chez certains herbivores, peut devenir externe et recouvrir une partie de la couronne par-dessus l'émail.

3° FORMATION DE LA DENT

Au cours de la formation embryonnaire du jeune Mammifère, le tissu épithélial qui recouvre les gencives prolifère vers l'intérieur en formant un amas de cellules qui s'évase en une sorte de coupe renversée (fig. 282). Ce **bourgeon épithélial,** qui recouvre un petit massif de cellules d'origine dermique, la **papille dentaire,** enveloppe peu à peu cette dernière et constitue une sorte de coiffe qui sécrète de l'émail dans sa partie profonde, tandis que les cellules superficielles de la papille, appelées **odontoblastes,** forment l'ivoire ; quant au tissu conjonctif dermique profond, il engendrera la pulpe dentaire.

Le bourgeon d'origine épidermique entoure cette dent en formation, constituant une enveloppe, le **sac dentaire,** qui formera le cément. La partie profonde, située dans

l'os, donnera naissance à la racine et à la couronne. Au voisinage du bourgeon dentaire et en rapport avec lui, se forme un **bourgeon secondaire** destiné à devenir la dent de remplacement.

4° ÉTUDE DES PRINCIPAUX TYPES DE DENTURES

1. - Étude de la denture du Hérisson (fig. 283).

Le Hérisson, petit Mammifère de l'ordre des Insectivores, est caractérisé par la présence d'une fourrure formée de piquants pouvant se hérisser sous l'action de muscles puissants. Il se nourrit surtout d'Insectes, de Vers, de Mollusques et même de petits Reptiles. Dans les jardins, il détruit des animaux nuisibles : Insectes, Limaces, Escargots. L'étude de sa denture nous montre :

— A la **demi-mâchoire supérieure, trois incisives,** petites, inégales et pointues, **une canine,** petite, recourbée en arrière et pointue, **trois prémolaires** et **trois molaires** hérissées de pointes aiguës.

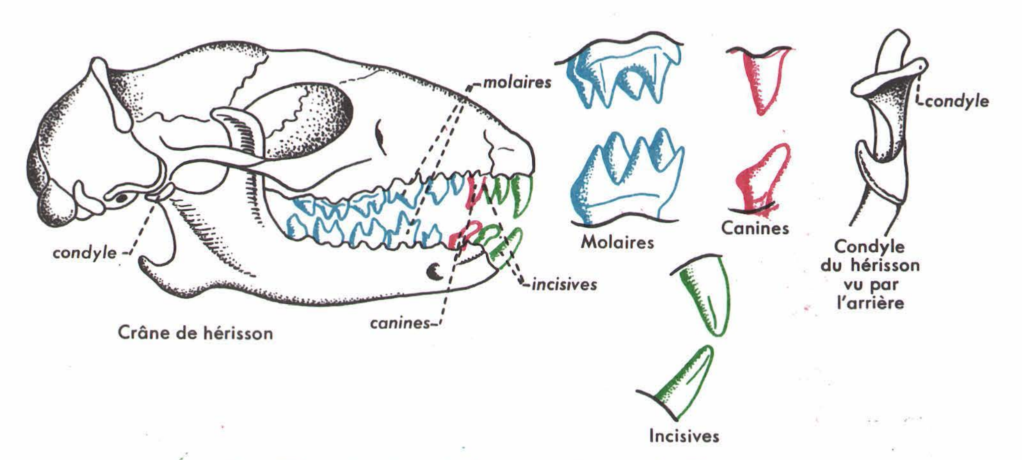


Fig. 283. - *Squelette de la tête et denture du Hérisson.*

A la **demi-mâchoire inférieure,** on observe **deux incisives, une canine, deux prémolaires** et **trois molaires.**

La formule dentaire est donc :

$$\frac{3}{2}\,\text{I} + \frac{1}{1}\,\text{C} + \frac{3}{2}\,\text{PM} + \frac{3}{3}\,\text{M}$$

Le nombre de dents est élevé (36 dents) ; toutes les dents sont petites et pointues : elles peuvent mordre et perforer. Le condyle, allongé transversalement, permet surtout des mouvements verticaux de la mâchoire inférieure.

Le Hérisson est donc bien outillé pour briser les carapaces dures des Insectes. On dit qu'il est **adapté au régime insectivore.**

2. - **Étude de la denture du Porc** (fig. 284).

Le Porc, animal domestique descendant du Sanglier, appartient à l'ordre des Porcins. Il peut absorber d'énormes quantités de nourriture, aussi bien d'origine végétale que d'origine animale **(régime omnivore).**

A la demi-mâchoire supérieure, on observe **trois incisives volumineuses,** dissemblables, allongées vers l'avant, **une canine** pouvant servir à déchirer et à mordre, **quatre prémolaires** tranchantes, **trois molaires** mamelonnées et très fortes.

La demi-mâchoire inférieure porte **trois incisives,** allongées vers l'avant, ayant un rôle de fouissage et de préhension, **une canine** longue, recourbée et pointue, dirigée latéralement et à croissance continue (boutoir du Sanglier), **quatre prémolaires** et **trois molaires** semblables à celles de la mâchoire supérieure.

Les prémolaires servent à trancher la chair, les molaires broyeuses à écraser les os ou les aliments végétaux. Ces molaires, garnies de tubercules, appartiennent au **type bunodonte.** La formule dentaire est la suivante :

$$\frac{3}{3}\ \mathrm{I} + \frac{1}{1}\ \mathrm{C} + \frac{4}{4}\ \mathrm{PM} + \frac{3}{3}\ \mathrm{M}$$

Le nombre total de dents est très élevé (44) et représente le maximum que l'on puisse trouver chez un Mammifère à denture différenciée. Le condyle, bien apparent et transversal, permet des mouvements verticaux de la mâchoire inférieure, mais également des mouvements latéraux de moindre amplitude. Les apophyses d'insertion des muscles masticateurs sont très développées et en rapport avec la puissance de ces muscles. En conclusion, chez le Porc **la denture est complète, peu spécialisée** et bien adaptée à un **régime omnivore.** On retiendra que les molaires portent des tubercules.

3. - **Étude de la denture du Chat** (fig. 285).

Le Chat appartient à l'ordre des Carnivores et à la famille des Félins ; il chasse ses proies (Souris, Rats, Oiseaux) à l'affût et les capture avec ses griffes, puis les tue à coups de dents.

A la demi-mâchoire supérieure, on observe **trois incisives,** petites, atrophiées, qui servent à râcler les os, **une canine,** ou croc, très développée, pointue et légèrement arquée, qui fonctionne comme un poignard, **trois prémolaires** pointues et tranchantes dont la première est réduite, la deuxième de taille moyenne et la troisième très développée **(carnassière) ;** après les prémolaires vient **une petite molaire** atrophiée.

A la demi-mâchoire inférieure, on retrouve **trois petites incisives, une canine, deux prémolaires** de taille moyenne, **une molaire** très développée qui est la carnassière. La formule est donc :

$$\frac{3}{3}\ \mathrm{I} + \frac{1}{1}\ \mathrm{C} + \frac{3}{2}\ \mathrm{PM} + \frac{1}{1}\ \mathrm{M}$$

Donc la denture est caractérisée par la réduction du nombre des molaires et par l'absence complète de dents broyeuses. Le condyle est un barreau allongé transversalement : la mâchoire inférieure ne peut donc effectuer que des mouvements verticaux. En conclusion, la denture du Chat permet uniquement de déchirer et de couper la chair ; elle montre une adaptation très étroite au **régime carnivore.**

Parmi les Carnivores, les Félins sont ceux dont la denture est la plus spécialisée. Les mâchoires courtes et les insertions musculaires très développées, indiquent une grande force masticatrice. Les arcades jugales qui présentent une grande surface d'insertion musculaire sont très écartées et donnent à la tête du Chat sa forme arrondie.

Molaire broyeuse

Prémolaire
tranchante

condyle

incisives

4 molaires

3 prémolaires

canines

Condyle
vu par l'arrière

Crâne de porc

Fig. 284. - *Squelette de la tête et denture du Porc.*

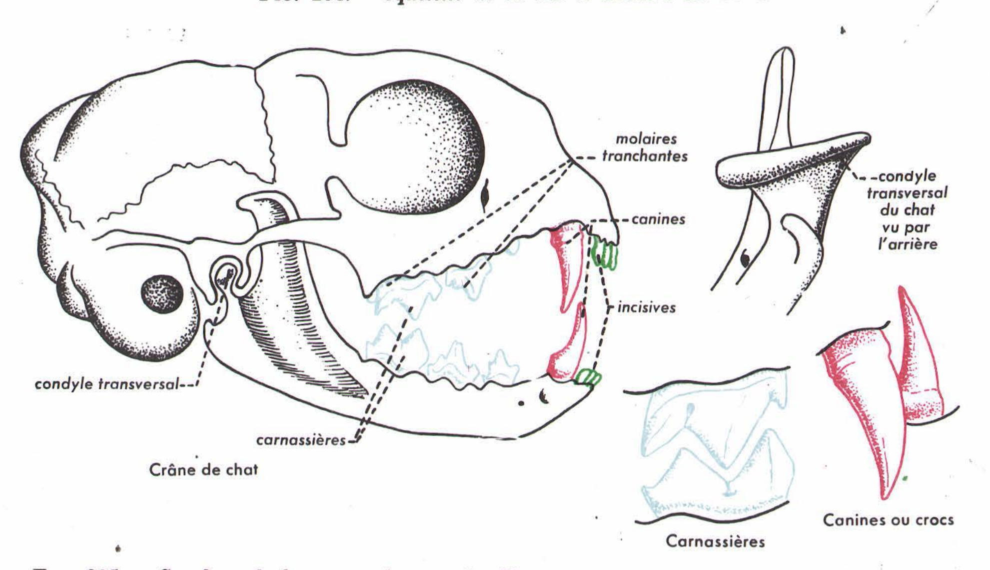


Fig. 285. - *Squelette de la tête et denture du Chat.*

4. - **Étude de la denture du Lapin** (fig. 286).

Le Lapin appartient à l'ordre des Rongeurs ; il se nourrit d'organes végétaux variés : feuilles, fruits, racines, bourgeons. C'est donc un animal essentiellement herbivore. D'autre part, il aime ronger des substances dures comme le bois : ses dents, en particulier les incisives, sont à croissance continue, et ronger est pour lui une nécessité vitale. Si pour une raison quelconque, dent opposée cassée par exemple, une incisive ne s'use pas, elle continue à croître et le Lapin est bientôt dans l'impossibilité de se nourrir.

La tête est allongée, en particulier le museau. **A la mâchoire supérieure** on observe, d'avant en arrière et sur chaque demi-mâchoire :

— **Une longue incisive,** de forme arquée ; elle est formée d'ivoire recouvert, seulement en avant, d'émail plus dur. Cette incisive, qui possède une longue racine creuse, est à croissance continue ; sa surface d'usure, taillée en biseau, est rendue tranchante en avant par le rebord d'émail. Elle fonctionne comme un ciseau à bois en découpant des copeaux dans les matières dures. En arrière de cette incisive, on en observe une seconde, beaucoup plus petite, qui ne joue apparemment aucun rôle. Tous les Rongeurs ne possèdent pas cette seconde incisive qui est l'un des éléments utilisés dans la classification à l'intérieur de l'ordre.

— Il n'y a **pas de canine,** mais un espace allongé dépourvu de dents, appelé **barre,** sépare les incisives des molaires.

— Les **trois prémolaires** et les **trois molaires** sont semblables, à croissance continue, avec une table d'usure présentant des crêtes d'émail transversales. L'ensemble fonctionne comme une râpe.

La demi-mâchoire inférieure ne possède qu'**une seule incisive,** semblable à la grande incisive de la demi-mâchoire supérieure, **une barre, deux prémolaires** et **trois molaires** également semblables à celles de la mâchoire supérieure. La formule dentaire est donc la suivante :

$$\frac{2}{1}\,\mathrm{I} + \frac{0}{0}\,\mathrm{C} + \frac{3}{2}\,\mathrm{PM} + \frac{3}{3}\,\mathrm{M}$$

soit un total de 28 dents.

La condyle, long et étroit, est allongé d'avant en arrière, et la mâchoire inférieure se déplace aisément d'avant en arrière et d'arrière en avant ; mais les mouvements latéraux sont également possibles. Au cours de la mastication chaque dent de la mâchoire inférieure décrit une ellipse. Les crêtes d'émail transversales portées par les prémolaires et les molaires râpent les aliments qui, mélangés à la salive, sont réduits en bouillie.

Le denture du Lapin est caractéristique du **type herbivore rongeur.**

5. - **Étude de la denture du Cheval** (fig. 287 et 288).

Le Cheval appartient à l'ordre des Équidés ; il a un régime herbivore et granivore. Sur **la demi-mâchoire supérieure,** on observe, d'avant en arrière :

— **Trois incisives** longues, dirigées vers l'avant, dont la couronne présente une table d'usure qui provient du frottement contre les incisives de la mâchoire inférieure ; elles sont à croissance continue. Cependant l'orifice pulpaire n'est pas très ouvert. Le degré d'usure de ces incisives permet d'apprécier l'âge du Cheval. Elles servent à saisir l'herbe et fonctionnent comme des pinces coupantes.

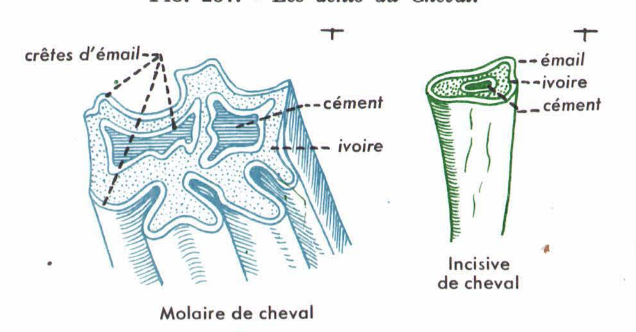
— **Une canine** atrophiée **(chez l'étalon seulement) ;** elle est courte, à pointe arrondie, et se trouve au début d'un large espace dépourvu de dents, **la barre** où l'on place le mors.

— On observe ensuite **trois prémolaires** et **trois molaires** semblables, très hautes, avec une large table d'usure présentant un ensemble très caractéristique de replis d'émail sinueux. Ces molaires sont à croissance continue et présentent des racines largement ouvertes à leur base.

molaires
barre
incisives
condyle
Crâne
grandes incisives
petites incisives
molaires
Mâchoire supérieure
condyle longitudinal
molaires râpeuses
racine
incisive
racine
Maxillaire inférieur
replis d'émail transversaux
ivoire
Molaire râpeuse
émail
ivoire
Incisives

FIG. 286. - *Squelette de la tête et denture du Lapin.*

FIG. 287. - *Les dents du Cheval.*



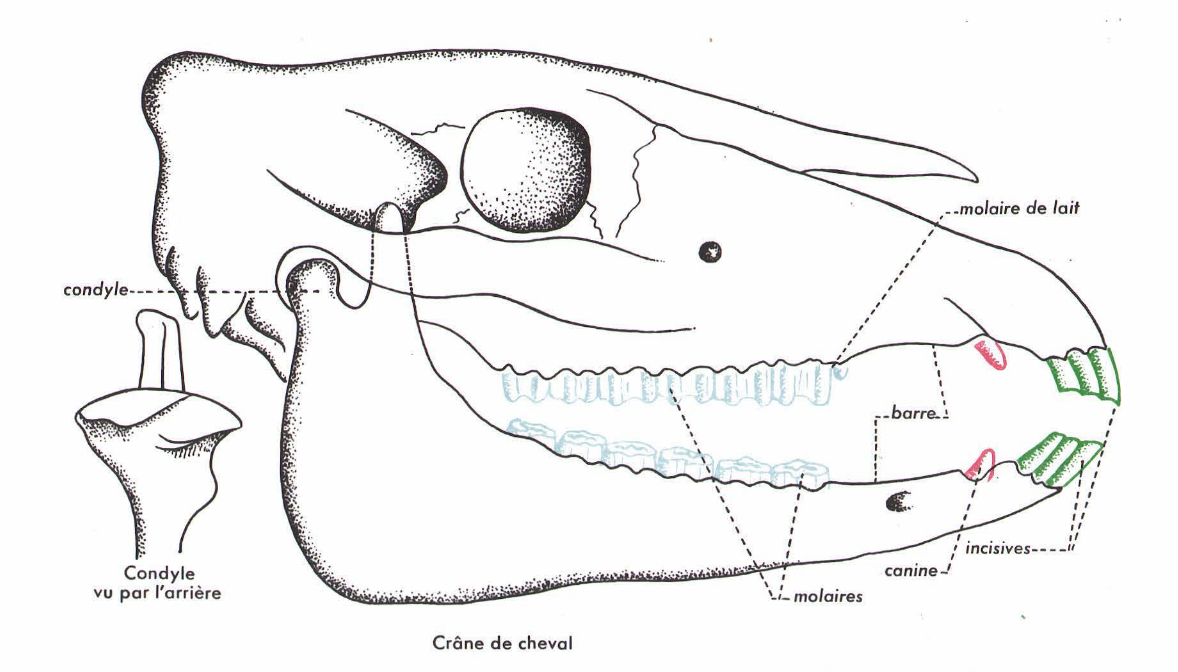


Fig. 288. - ***Squelette de la tête du Cheval.***

A **la demi-mâchoire inférieure,** on retrouve les mêmes dents qu'à la demi-mâchoire supérieure. On remarquera que la surface de contact des molaires, lorsque les mâchoires sont rapprochées, n'est pas horizontale mais légèrement oblique ; grâce à cette disposition, au cours de la mastication un côté de la mâchoire travaille pendant que l'autre échappe à l'usure du frottement. La formule dentaire est la suivante :

$$\frac{3}{3}\ \mathrm{I} + \frac{1 \text{ ou } 0}{1 \text{ ou } 0}\ \mathrm{C} + \frac{3}{3}\ \mathrm{PM} + \frac{3}{3}\ \mathrm{M}$$

Le condyle, relativement allongé, est disposé transversalement ; il permet à la mâchoire inférieure des mouvements latéraux et de larges mouvements verticaux. Les molaires peuvent donc jouer le rôle de meules et écraser les herbes et les graines qui contiennent des substances nutritives protégées par des enveloppes dures. La destruction de ces enveloppes par une mastication prolongée est indispensable pour que les sucs digestifs puissent agir.

6. - **Étude de la denture du Bœuf** (fig. 289).

Le Bœuf appartient à l'ordre des Ruminants ; il se nourrit exclusivement d'herbe, et sa denture présente une adaptation poussée au régime herbivore, ainsi que l'appareil digestif tout entier.

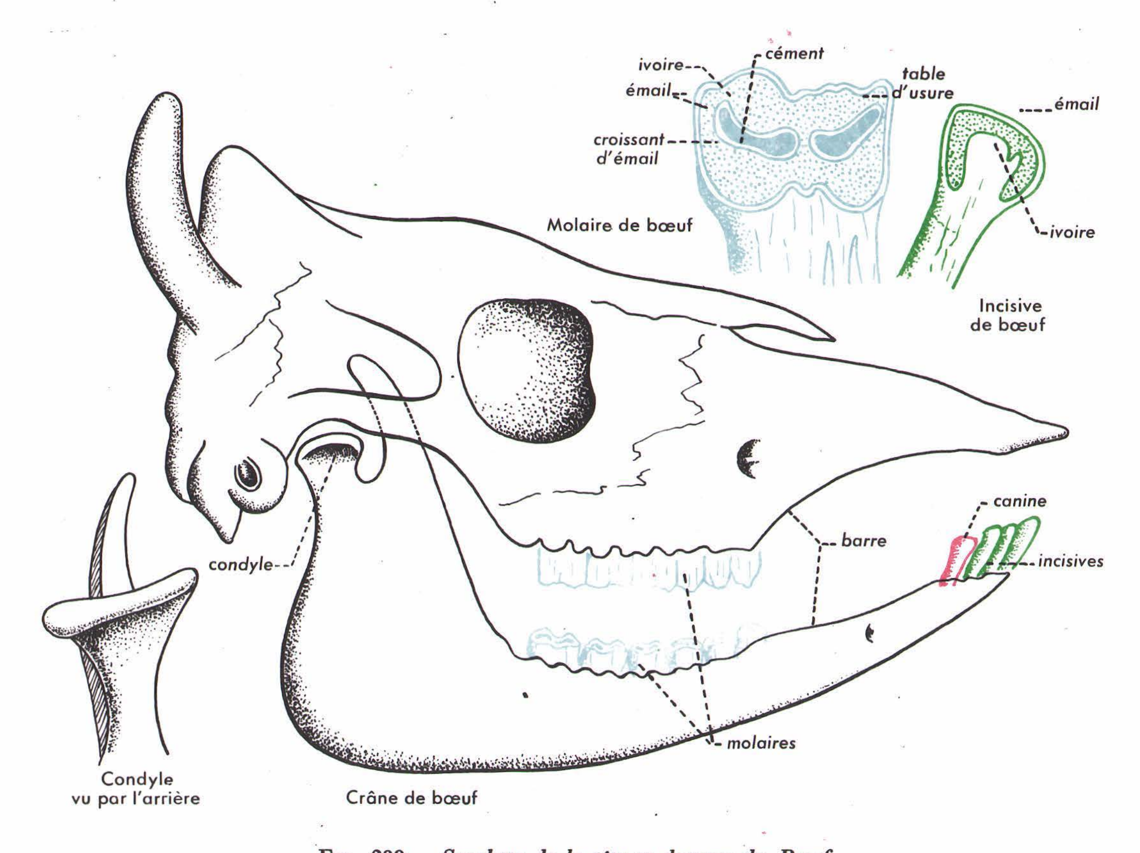


Fig. 289. - ***Squelette de la tête et denture du Bœuf.***

A **la demi-mâchoire supérieure,** on notera l'**absence complète d'incisives et de canine.** Les **trois prémolaires** et les **trois molaires** sont semblables, très hautes, et présentent une table d'usure avec des replis d'émail en forme de croissant disposés dans le sens longitudinal. A cause de la forme de ces replis, elles sont dites sélénodontes (1). Ces replis résultent de l'usure de la couronne, usure qui est compensée par une croissance continue (racines largement ouvertes à leur base).

A **la demi-mâchoire inférieure,** on observe le même nombre de molaires qu'à la demi-mâchoire supérieure. Mais, à l'avant, se trouvent **trois incisives** et **une canine** semblable aux incisives ; ces dents sont à croissance limitée. L'herbe est pincée entre les incisives et la gencive durcie de la mâchoire supérieure, puis coupée et avalée. Entre la canine et les molaires se trouve une large barre. La formule dentaire est donc :

$$\frac{0}{3}\,\mathrm{I} + \frac{0}{1}\,\mathrm{C} + \frac{3}{3}\,\mathrm{PM} + \frac{3}{3}\,\mathrm{M}$$

soit au total 32 dents.

Un condyle à surface arrondie permet à la mâchoire inférieure d'effectuer des mouvements verticaux et latéraux de grande amplitude. Les molaires vont donc pouvoir fonctionner comme des meules et détruire les membranes végétales. La denture n'est pas la seule partie de l'appareil digestif adaptée au régime herbivore. Le Bœuf, et tous les Ruminants, sont

(1) De deux mots grecs voulant dire lune et dent.

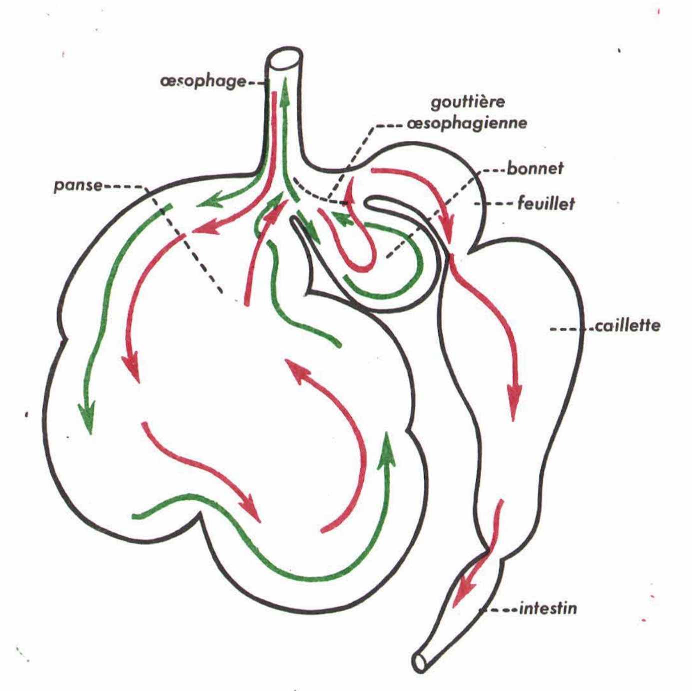


Fig. 290. - *Estomac de Bœuf. Les flèches vertes représentent le premier trajet des aliments, les flèches rouges le second trajet, après la rumination.*

caractérisés par un estomac très volumineux, formé de plusieurs poches (fig. 290) :

— **La panse,** très vaste (plus de 100 litres), fonctionne comme un vaste réservoir où viennent s'accumuler les touffes d'herbe non mâchées. Des phénomènes de fermentations bactériennes commencent à l'intérieur de la panse, et un début de dégradation de la cellulose des membranes végétales a été mis en évidence. Cette poche permet aux Ruminants d'emmagasiner en peu de temps une très grande quantité de nourriture.

— Dans **le bonnet,** poche plus petite et dont la paroi interne porte des lames qui se croisent en délimitant des hexagones, l'herbe est rassemblée en pelotes ; des contractions de la paroi la font remonter vers la bouche. Arrivée de nouveau dans la bouche, l'herbe subit alors la mastication et l'insalivation ; elle se transforme en un bol alimentaire liquide qui glissera le long d'une gouttière de l'œsophage, et pénètrera dans le **feuillet,** poche dont la paroi interne porte des lames parallèles qui achèvent de triturer les aliments.

— Ceux-ci passent ensuite dans une quatrième poche, **la caillette,** qui est le véritable estomac ; en effet, c'est elle qui sécrète le suc gastrique actif.

— A cette dernière poche fait suite un **intestin** très long (50 mètres).

Chez les Herbivores, la digestion lente des végétaux, leur volume considérable, nécessitent un tube digestif très long, alors que les Carnivores possèdent au contraire un intestin relativement court, le pouvoir nutritif des aliments étant, pour un même poids, beaucoup plus élevé, et leur attaque par les sucs digestifs plus rapide.

CONCLUSION. - L'étude de la denture des Mammifères est donc intéressante pour les raisons suivantes :

— Chez les Mammifères, la **denture est différenciée.**

— Les caractères de cette denture varient dans les différents groupes et sont utilisés en systématique [1] pour distinguer les ordres, car ils restent identiques chez toutes les espèces d'un même ordre.

— L'adaptation à un régime alimentaire donné s'observe non seulement dans la forme et la disposition des dents, mais aussi dans la forme de la mâchoire, en particulier dans celle du condyle d'articulation avec le crâne, et parfois dans la disposition du tube digestif.

(1) La systématique est la science de la classification.

23

ADAPTATION A LA LOCOMOTION CHEZ LES VERTÉBRÉS ACTUELS

1° GÉNÉRALITÉS SUR LES MEMBRES DES VERTÉBRÉS

Chez les **vertébrés tétrapodes** [1] (Batraciens, Reptiles, Oiseaux, Mammifères), les membres antérieurs et postérieurs sont rattachés au tronc et à la colonne vertébrale par des parties fixes appelées **ceintures :** les membres antérieurs par la **ceinture scapulaire,** les membres postérieurs par la **ceinture pelvienne** (bassin). Une ceinture complète comprend :

— Pour la demi-ceinture scapulaire : une pièce osseuse dorsale, l'**omoplate,** deux pièces ventrales, la **clavicule** et l'**os coracoïde.**

— Pour la demi-ceinture pelvienne : une pièce dorsale, l'**ilion,** deux pièces ventrales, l'**ischion** et le **pubis.**

Le membre proprement dit, ou partie mobile, est formé de **plusieurs segments articulés entre eux** (fig. 291) :

— La partie qui s'articule avec la ceinture ; pour le membre antérieur, c'est le **bras** avec l'**humérus,** pour le membre postérieur, la **cuisse,** avec le **fémur.** Ce segment ne possède donc qu'un seul os.

— Un segment intermédiaire qui s'articule avec le segment précédent, par l'articulation du **coude** pour le membre antérieur, par l'articulation du **genou** pour le membre postérieur. Ce segment possède deux os, le **radius** et le **cubitus** pour le membre antérieur, le **tibia** et le **péroné** pour le membre postérieur. Parfois l'un de ces os s'atrophie ou même disparaît.

— Le segment terminal, c'est-à-dire la **main** ou le **pied** ; il est composé lui-même de plusieurs parties. Dans la main, on trouve le **poignet,** avec neuf petits os appelés **carpiens,** la **paume,** comprenant **cinq métacarpiens,** les **cinq doigts,** possédant chacun **trois phalanges,** sauf le pouce qui n'en a que deux. Dans le pied, on distingue le **cou-de-pied** formé de **neuf tarsiens,** la **plante du pied** avec **cinq métatarsiens,** les **doigts** avec trois phalanges chacun sauf le pouce.

Fig. 291. - *Représentation schématique du type primitif des membres des Vertébrés tétrapodes. A gauche, les noms se rapportent aux membres antérieurs ; à droite, aux membres postérieurs.*

(1) C'est-à-dire à quatre membres.

Remarque. - Il est rare de trouver au complet, chez une même espèce, tous les os de la main et du pied.

Tous les Vertébrés tétrapodes ont donc les membres construits suivant un même plan, mais ils présentent de nombreuses variations dans la forme et la disposition, variations en rapport avec leur mode de locomotion. Ces dispositions traduisent des **adaptations** à un mode de vie particulier et surtout à un procédé de locomotion.

Le cas des Poissons est différent : ce ne sont pas des Vertébrés tétrapodes ; à la place des quatre membres se trouvent des nageoires paires : nageoires pectorales et nageoires pelviennes.

2° ADAPTATION A LA MARCHE ET A LA COURSE

1. - On peut observer chez l'Homme, chez le Singe, chez l'Ours, une démarche lente au cours de laquelle le pied, parfois la main, repose entièrement sur le sol : c'est le **type plantigrade** (fig. 292 A).

2. - Une première adaptation à une locomotion plus rapide, c'est-à-dire à la course, se traduit par le soulèvement au-dessus du sol de la paume de la main et de la plante du pied ; seuls les doigts reposent sur le sol : c'est alors le **type digitigrade** qui est réalisé, par exemple, chez le Chien, le Chat, etc... (fig. 292 B).

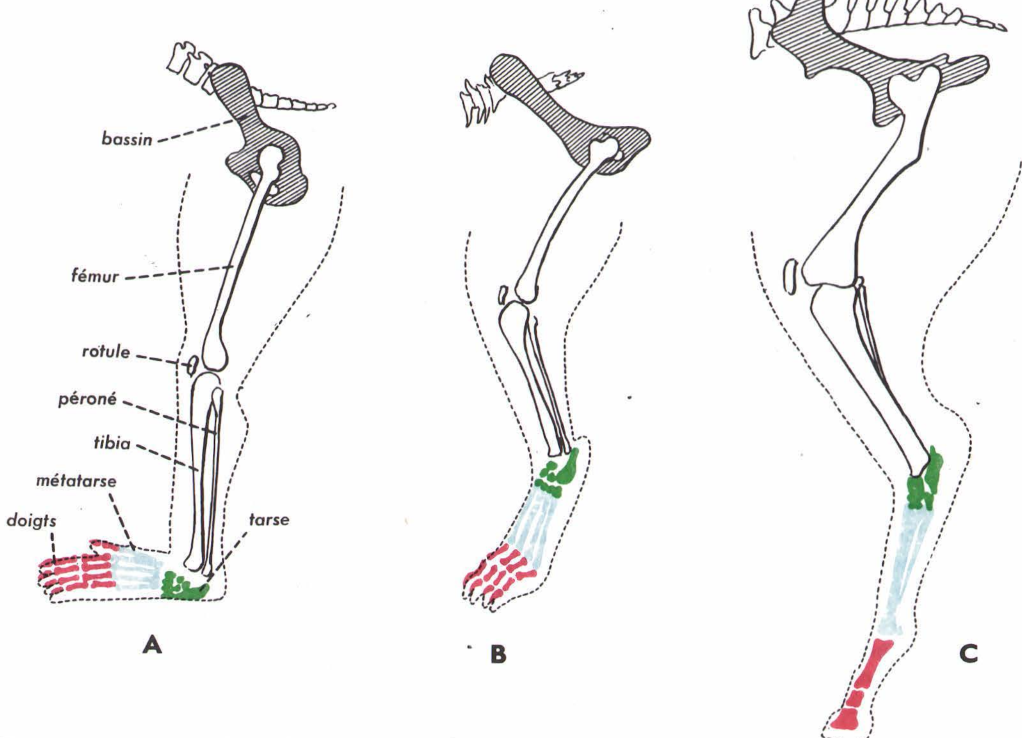


FIG. 292. - *Les trois démarches des Mammifères terrestres.*

3. - L'adaptation à une course plus rapide se traduit par une surface d'appui encore plus réduite ; les pattes ne reposent plus sur le sol que par la pointe des doigts, pointe qui est protégée par un revêtement corné appelé **sabot.** C'est le **type onguligrade** (fig. 292 C) qui est alors réalisé, et les animaux qui présentent cette disposition sont appelés des **Ongulés** (Cheval, Antilope, Sanglier, par exemple). Si les Mammifères plantigrades et digitigrades conservent en général tous leurs doigts (4 ou 5), par contre, chez les Ongulés, l'adaptation à la course se traduit par **une réduction du nombre des doigts** et par un **allongement des doigts fonctionnels.**

On distingue chez les Ongulés deux séries (fig. 293) :

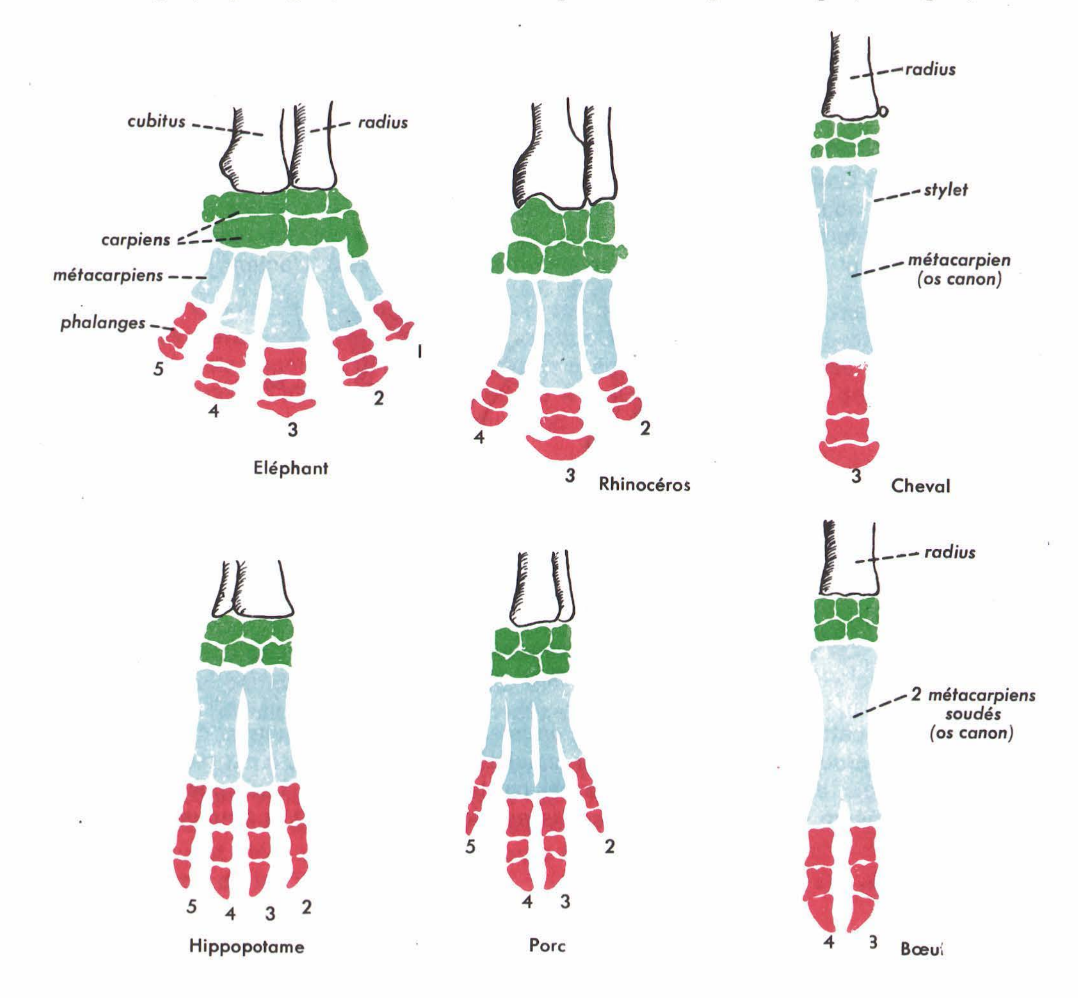
— Les Ongulés à nombre impair de doigts.

— Les Ongulés à nombre pair de doigts.

Dans la première série, l'**Éléphant** est encore pourvu de cinq doigts, mais le doigt du milieu (doigt n° 3) est plus long et plus large que les autres ; c'est lui surtout qui supporte le poids de l'animal. Les autres, moins fonctionnels, sont moins développés et moins solides.

Chez le **Rhinocéros,** il ne reste plus que **trois doigts** et le doigt n° 3 est toujours plus développé que le 2 et le 4 (le 1 et le 5 ont disparu).

Fig. 293. - *L'extrémité du membre antérieur chez les Ongulés. En haut : chez les Ongulés à nombre impair de doigts (Imparidigités). En bas : chez les Ongulés à nombre pair de doigts (Paridigités).*



Chez le **Cheval** (1), on ne trouve plus qu'un seul doigt, le doigt n° 3, très solide et très développé. La réduction du nombre de doigts s'accompagne de la réduction du nombre de métacarpiens et de métatarsiens. Chez le Cheval un seul persiste ; il est très développé et porte le nom d'**os canon.** Les deux stylets qui l'accompagnent sont des vestiges de métacarpiens ou de métatarsiens.

Dans la seconde série, l'**Hippopotame** présente quatre doigts presque égaux. Chez le **Porc** et le **Sanglier** les doigts médians (doigts 3 et 4) sont développés, et les doigts latéraux (2 et 5), plus courts et plus grêles, ne s'appuient plus sur le sol pendant la marche. Enfin, chez le **Bœuf,** il ne reste plus que les doigts 3 et 4, les autres ont disparu ; les métacarpiens 3 et 4 sont soudés en un os canon solide et allongé.

Chez les Ongulés, les membres fonctionnent comme des balanciers, d'arrière en avant et d'avant en arrière ; l'absence de mouvements latéraux entraîne la disparition de la clavicule.

L'adaptation à une course de plus en plus rapide se traduit donc, dans la classe des Mammifères, par les modifications suivantes :

— **Réduction du nombre de doigts** ainsi que du nombre de métacarpiens et de métatarsiens.
— **Allongement, développement en puissance et en solidité** des doigts fonctionnels qui sont toujours les doigts médians.
— **Diminution de la surface portante,** le poids du corps ne reposant plus chez le Cheval que sur un seul sabot.

3° ADAPTATION AU SAUT

1er exemple : la Grenouille.

Sur terre, la Grenouille se déplace par bonds successifs ; ses membres postérieurs présentent, comme nous l'avons déjà vu une adaptation au saut. Les pattes postérieures sont très allongées et fortement musclées ; cuisse, jambe et pied forment un ressort en Z dont les trois segments ont des longueurs sensiblement égales (fig. 294). L'animal détend en même

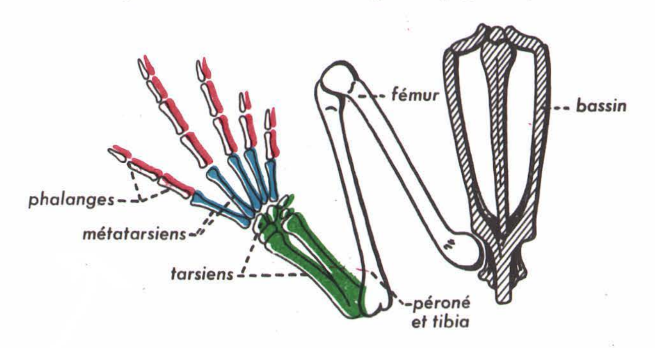


FIG. 294. - *Adaptation au saut : membre postérieur de Grenouille.*

temps ses deux pattes postérieures pour se projeter en avant. L'allongement du pied est particulièrement remarquable ; en observant le squelette, nous voyons qu'il est réalisé par l'allongement des doigts, des métatarsiens, et aussi par la présence d'un tarse possédant deux os allongés (calcanéum et astragale) qui accroissent considérablement la longueur du pied.

(1) Voir chapitre 25.

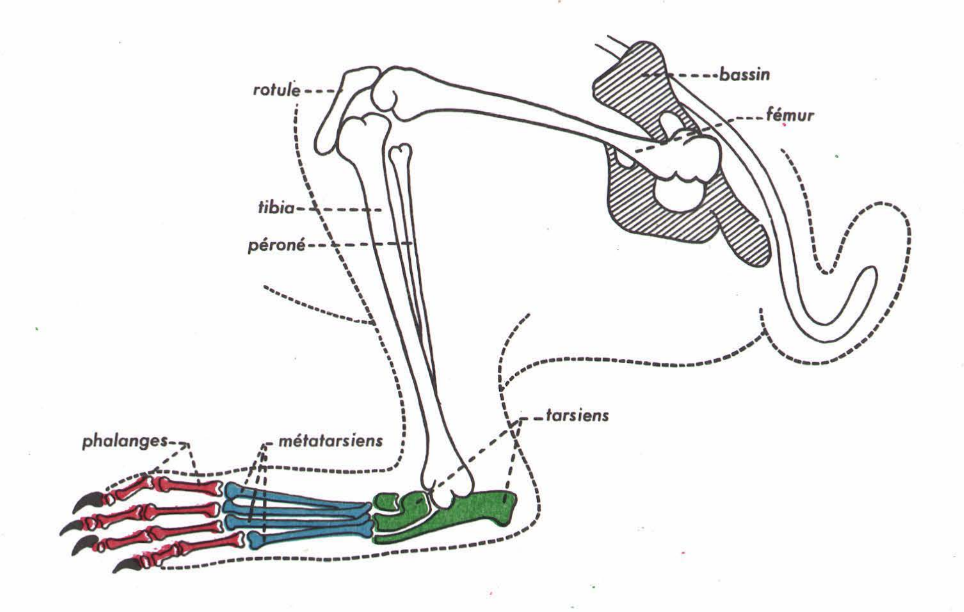


Fig. 295. - *Adaptation au saut : membre postérieur de Lapin.*

2e exemple : le Lapin.

Comme la Grenouille, le Lapin se déplace par bonds successifs. Le membre postérieur, beaucoup plus développé que le membre antérieur, fonctionne, lui aussi, comme un ressort en Z dont les trois segments ont à peu près une égale longueur. Comme dans le cas précédent, on observe un allongement du pied dû à la fois à l'allongement des phalanges, des métatarsiens et du tarsien formant l'os du talon (fig. 295).

4° ADAPTATION A LA REPTATION

Chez les **Reptiles,** le mode de locomotion est, dans la plupart des cas, la **reptation.** L'animal se déplace par ondulations du tronc et de la queue, les écailles ventrales prenant appui sur le sol. Certains Reptiles, comme le **Lézard,** sont pourvus de pattes ; mais, en général, celles-ci sont courtes, insérées latéralement et ne soutiennent pas le corps. Elles servent seulement à accrocher l'animal aux aspérités (fig. 296). Chez les Serpents, les membres ont totalement disparu ; les côtes sont toutes libres (pas de sternum) et elles appuient sur les écailles ventrales pendant la locomotion, jouant ainsi un rôle actif au cours de la reptation (voir étude de la Couleuvre).

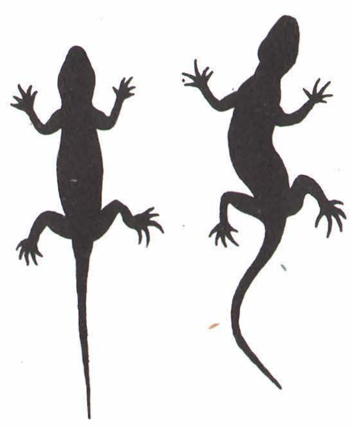


Fig. 296. - *La reptation du Lézard.*

5° ADAPTATION A LA NAGE

(fig. 297)

1. - **Chez les Poissons.** A la place des membres, on trouve des **nageoires paires :** nageoires pectorales et nageoires pelviennes. Les nageoires paires des Poissons osseux (Gardon, Carpe, etc...), tout comme les nageoires impaires, sont des replis de la peau soutenus par des baguettes osseuses articulées et ramifiées. Ces baguettes sont les **rayons osseux.**

Chez les Poissons cartilagineux (Raie, Roussette, Requin), les nageoires impaires sont bien soutenues par des rayons cartilagineux, mais les nageoires paires sont pourvues, de plus, de pièces basilaires cartilagineuses s'insérant sur des formations squelettiques fonctionnant comme des ceintures.

La forme particulière du corps (forme hydrodynamique), la disposition des écailles implantées de l'avant vers l'arrière et recouvertes de mucus, permettent au Poisson de se déplacer dans l'eau avec le maximum de facilité (voir étude du Gardon).

2. - **Chez la Grenouille.** Les membres postérieurs de la Grenouille sont également adaptés à la nage par leur palmure (voir étude de la Grenouille).

3. - **Chez le Canard,** nous retrouvons une palmure qui transforme le pied en palette natatoire : le Canard est un Palmipède. Cette palmure réunit entre eux les trois doigts dirigés vers l'avant, ce qui permet aux membres postérieurs de fonctionner comme des rames.

4. - **Le Dauphin** est un Mammifère marin, à vie entièrement aquatique, appartenant à l'**ordre des Cétacés.** Il se déplace très facilement et très rapidement dans l'eau. Son corps est allongé en fuseau (Mammifère pisciforme) ; sa peau est pourvue en profondeur d'un revêtement adipeux qui sert d'isolant thermique et permet, de plus, une régularisation du galbe du corps. Le revêtement pileux, caractéristique des Mammifères, a presque entièrement disparu. Enfin, cet animal est pourvu de **nageoires pectorales,** qui ont une structure très différente de celles des Poissons. En effet, ce sont des membres antérieurs adaptés à la nage. L'étude de leur squelette montre un humérus, un radius et un cubitus courts, aplatis et solides, une main considérablement allongée par suite de l'augmentation du nombre des phalanges. Cette **hyperphalangie** est un des caractères de l'adaptation à la nage chez certains Vertébrés tétrapodes. L'ensemble du membre prend la forme d'une palette. Les membres postérieurs ont disparu, mais le Dauphin possède une **nageoire caudale horizontale** qui n'a pas du tout la valeur d'un membre postérieur : c'est une simple expansion du corps. Cette nageoire caudale est l'organe essentiel de la nage rapide.

En résumé, chez les Vertébrés adaptés à la nage, les organes de la locomotion fonctionnent comme des rames et sont, soit des replis de la peau maintenus par des rayons osseux ou cartilagineux, comme chez les Poissons, soit des membres transformés en rames.

6° ADAPTATION AU VOL

(fig. 298)

1. - **Chez les Oiseaux.** Cette adaptation a été étudiée en détail sur le Pigeon.

2. - **Chez la Chauve-souris.** Le membre antérieur est également adapté au vol, mais cette adaptation est réalisée par des dispositions bien différentes de celles des Oiseaux. Le bras et l'avant-bras sont très longs, la main très développée par suite de l'allongement des métacarpiens et des doigts (sauf du pouce qui est resté court). Une fine membrane, constituée par un repli de la peau, est tendue entre les doigts du membre antérieur, les membres postérieurs et la queue. Le mécanisme du vol est très différent de celui des Oiseaux : un Oiseau, en effet, se déplace en prenant appui sur l'air avec ses ailes qui fonctionnent comme des rames (vol ramé), tandis que la Chauve-souris vole en battant des mains ; on dit que c'est un **vol battu.**

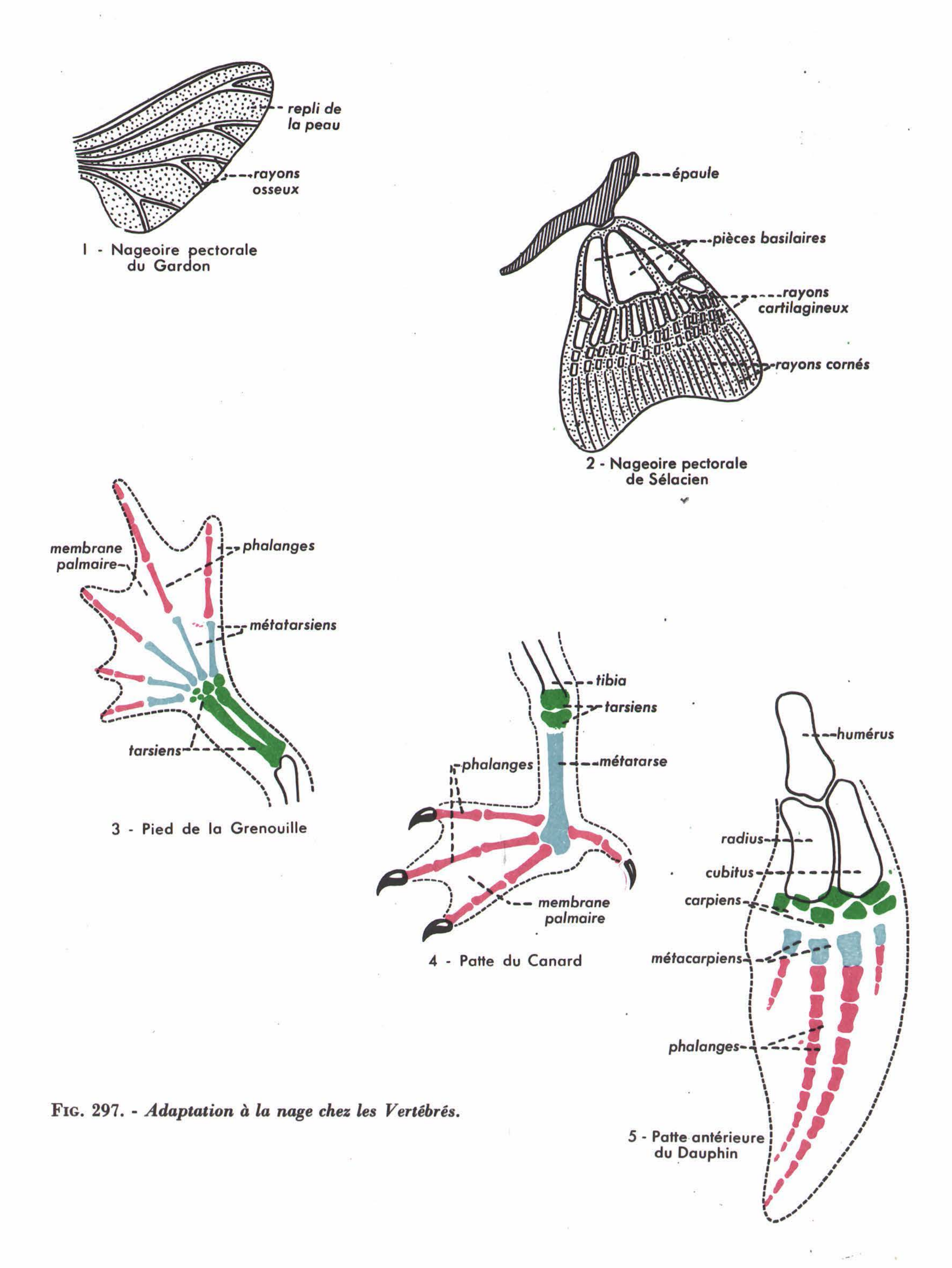
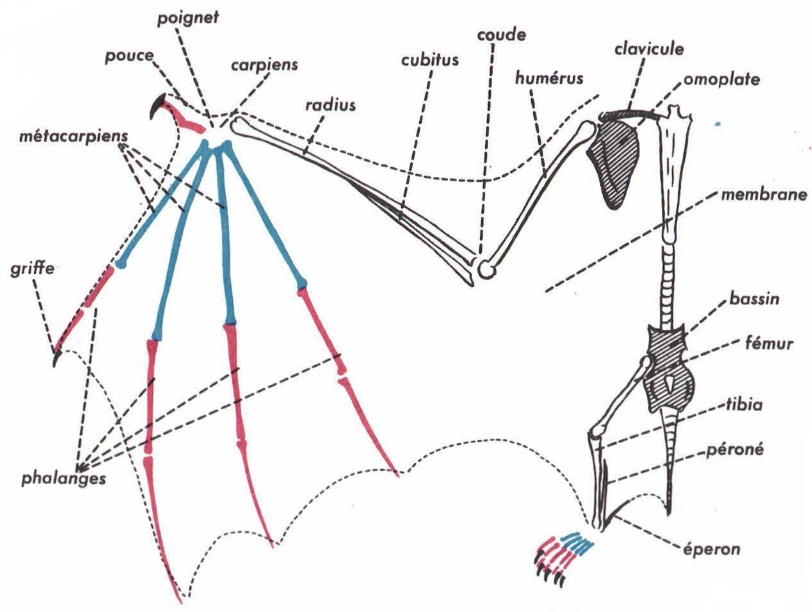


FIG. 297. - *Adaptation à la nage chez les Vertébrés.*

CONCLUSION. - Dans toutes les classes de Vertébrés, sauf dans celle des Poissons, nous retrouvons des animaux pourvus d'une paire de membres antérieurs et d'une paire de membres postérieurs construits suivant un même plan. Mais ces membres présentent des formes et des dispositions variées en relation très étroite avec le travail qu'ils ont à accomplir et le milieu dans lequel vit l'animal. Des fonctions aussi différentes que le vol de l'Oiseau, la course du Cheval, la nage du Dauphin, sont cependant réalisées par des membres dans lesquels on retrouve les mêmes parties, les mêmes os. Parfois, cependant, l'adaptation à une même fonction est réalisée par des moyens différents : aile de l'Oiseau et aile membraneuse de la Chauve-souris pour le vol, patte palmée de la Grenouille et nageoire du Dauphin pour la nage.

Ces adaptations à des fonctions différentes nous montrent que certains os s'atrophient (stylets du Cheval) et même disparaissent, que d'autres, au contraire, se développent et s'hypertrophient (doigt médian et os canon du Cheval) Cette étude nous montre aussi des phénomènes de **convergence** chez des animaux appartenant à des groupes différents mais vivant dans le même milieu : l'aspect du Dauphin est proche de celui des Poissons.





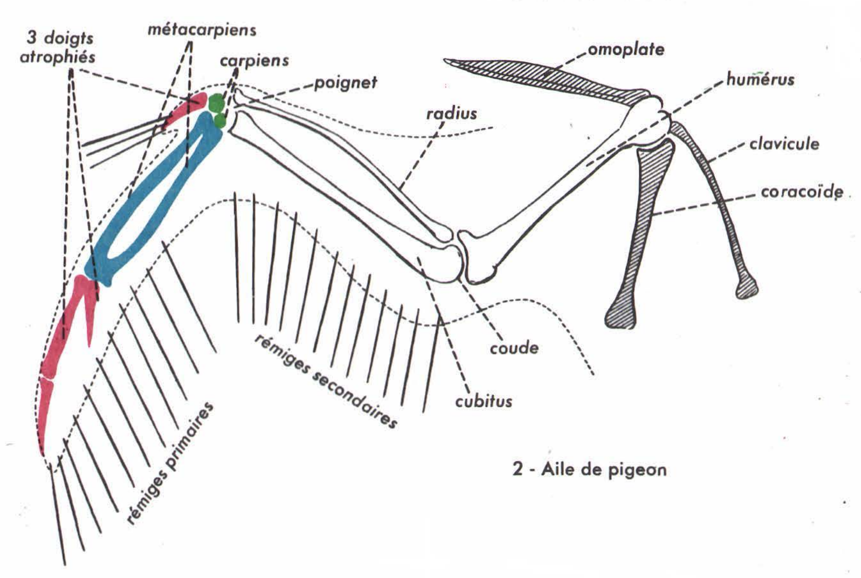


FIG. 298. - *Adaptation au vol chez les Vertébrés.*

24

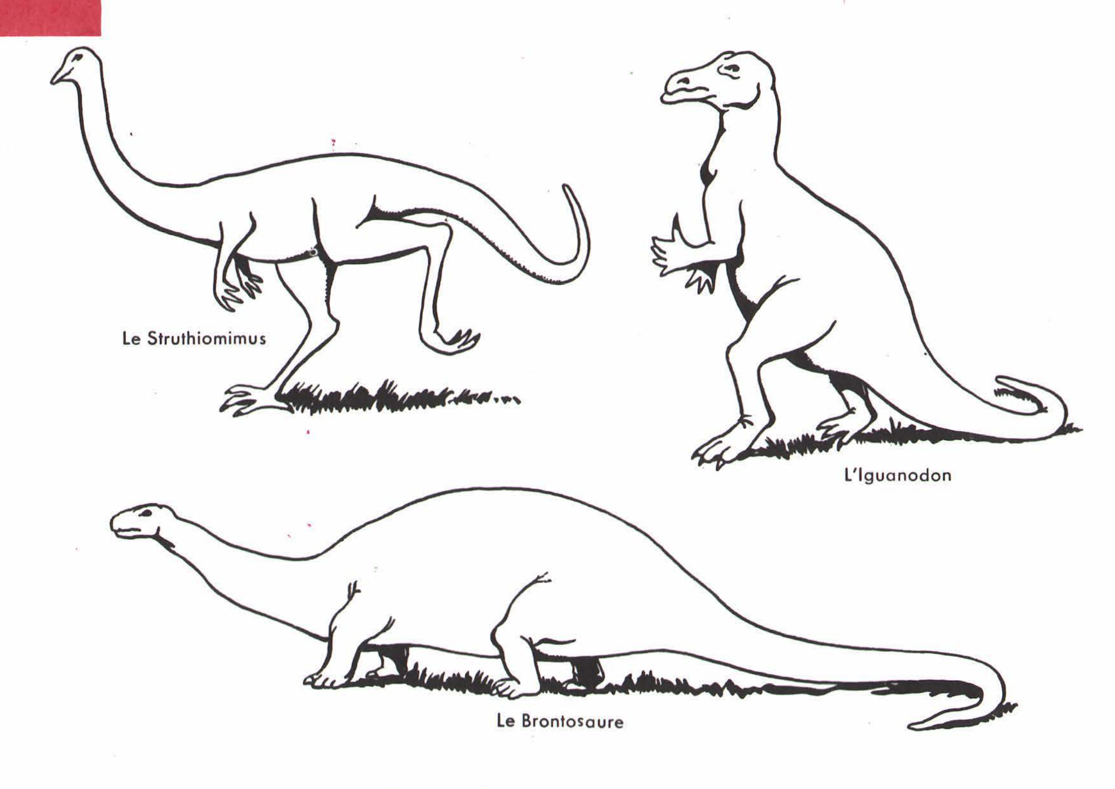


FIG. 299. - *Quelques Reptiles terrestres de l'ère secondaire.*

ADAPTATION A LA LOCOMOTION CHEZ LES REPTILES DE L'ÈRE SECONDAIRE

Les Reptiles actuels ne donnent qu'une idée très incomplète de cette classe. Les premiers restes appartenant à des Reptiles ont été trouvés dans les couches de la fin de l'ère primaire. A l'ère secondaire, la classe des Reptiles connut un épanouissement extraordinaire, jouant dans la nature le rôle des Mammifères actuels. Aussi appelle-t-on l'ère secondaire « l'ère des Reptiles ». Tout à la fin de l'ère secondaire et au cours de l'ère tertiaire, les Reptiles semblent s'effacer devant les Mammifères en plein développement. On ne connaît pas les raisons de cet épanouissement puis de cette décadence.

Pendant l'ère secondaire, et en particulier au cours de la période crétacée, les reptiles envahirent les milieux terrestre, aquatique et aérien, présentant les adaptations les plus variées à tous ces modes de vie. Cet apogée précède de peu la régression.

1° LES REPTILES TERRESTRES

Il suffit de visiter la galerie de paléontologie du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris pour se rendre compte de la variété des espèces reptiliennes qui peuplaient le milieu terrestre à l'ère secondaire. Nous nous contenterons d'étudier trois types particulièrement intéressants du point de vue de l'adaptation à la locomotion terrestre.

Le Struthiomimus Le Struthiomimus (fig. 299) a été placé dans le groupe des **Reptiles théropodes** renfermant des espèces **bipèdes** adaptées au saut ou à la course. Ce reptile, d'une taille de 7 mètres, avait l'aspect d'une Autruche (on l'appelle encore le Dinosaure autruche). La tête portait un bec corné et le corps se terminait par une longue queue. Si les membres antérieurs étaient très courts, les membres postérieurs, par contre, formaient des pattes longues et musclées présentant une disposition analogue à celle des Oiseaux coureurs comme l'Autruche. Les trois doigts du pied, larges et puissants, reposaient seuls sur le sol ; la plante du pied, disposée comme celle des oiseaux, formait un article (tarso-métatarse) disposé verticalement, ce qui allongeait considérablement le membre et favorisait la rapidité de la course.

L'Iguanodon L'Iguanodon (fig. 299) était un Reptile terrestre de très grande taille : 10 mètres de longueur, 5 à 6 mètres de hauteur. Plusieurs squelettes ont été trouvés dans les terrains secondaires de Belgique. Ces squelettes montrent une adaptation à la station bipède ; les pattes postérieures, hautes et puissantes, se terminent par trois doigts très forts qui rappellent un peu ceux des Oiseaux. Le membre antérieur, relativement court, porte cinq doigts et un puissant ergot qui devait constituer une arme redoutable. La queue, longue et forte, jouait sans doute, comme chez le Kangourou actuel, le rôle d'un balancier, ne touchant pas le sol pendant la course ; on a retrouvé des empreintes de pas : ces empreintes de l'animal courant, marchant, ou à l'arrêt, sont accompagnées des traces de la queue seulement dans le dernier cas, c'est-à-dire à l'arrêt. L'animal reposait alors sur trois points. Les Iguanodons ont été nommés ainsi, car leurs dents rappellent celles des Iguanes actuels.

Le Brontosaure Le Brontosaure (fig. 299), gigantesque Reptile dépassant 20 mètres de longueur, appartient au groupe des **Sauropodes** (Reptiles à pattes de Sauriens) dans lequel se trouvent les plus grands et les plus lourds des animaux terrestres qui aient jamais existé. Un large cou portait une tête de petite taille ; le corps, allongé, énorme, était supporté par quatre membres courts verticaux et cylindriques, formant de solides piliers terminés par quatre doigts courts. L'énormité du corps et la réduction de la longueur des membres devaient rendre la locomotion difficile. Ces animaux, exclusivement herbivores, vivaient dans les régions marécageuses, peut-être pour échapper aux Reptiles carnassiers. Handicapés par leur propre poids et dépourvus de moyens de défense ou d'attaque, ils étaient sans doute absolument inoffensifs.

2° LES REPTILES AQUATIQUES

Les Plésiosaures Les Plésiosaures (fig. 300) étaient de grands **Reptiles nageurs** de trois à cinq mètres de longueur ; ils ont vécu pendant toute l'ère secondaire. Le célèbre paléontologiste CUVIER les a décrits comme des animaux « pourvus d'une tête de Lézard, de pattes de Cétacé et d'un cou de Serpent ».

Chez ces animaux, l'adaptation à la vie aquatique est surtout réalisée par le développement des membres et leur transformation en **palettes natatoires.** Si l'on étudie le squelette du membre antérieur, on observe un humérus robuste, un radius et un cubitus larges et courts, une main allongée pourvue de cinq doigts à nombreuses phalanges. Nous retrouvons l'hyperphalangie que nous avions déjà observée chez le Dauphin, Mammifère marin actuel. Ces animaux marins devaient avoir une vie à peu près semblable à celle du Phoque, c'est-à-dire vivre à proximité des rivages et regagner de temps à autre la terre ferme pour se reposer.

L'Ichtyosaure L'Ichtyosaure (fig. 300) était un Reptile marin et carnassier, très fréquent dans les mers du Jurassique et du Crétacé. L'adaptation à la vie aquatique, et particulièrement à la vie pélagique, y était plus poussée que chez les Plésiosaures. Il pouvait atteindre 10 mètres de long, et son corps avait l'allure générale d'un Dauphin. Cuvier le décrit en ces termes : « animal pourvu d'un museau de Dauphin, de dents de Crocodile, une tête et un sternum de Lézard, des pattes de Cétacé mais au nombre de quatre, et une colonne vertébrale de Poisson ». En effet, le museau est allongé et pointu, le corps **fusiforme.** Les 4 membres sont transformés en **palettes natatoires.** L'humérus, le cubitus et le radius sont considérablement raccourcis et guère plus longs que les carpiens et les métacarpiens. Par contre, la main est allongée et élargie, allongement et élargissement étant réalisés par la multiplication du nombre des phalanges (hyperphalangie) et par l'augmentation du nombre des doigts (polydactylie). La taille et la disposition des os de cette palette sont telles que sa flexibilité et sa souplesse augmentent vers son extrémité. Les membres postérieurs sont plus réduits que les membres antérieurs.

L'Ichtyosaure était pourvu d'une **nageoire dorsale,** formée par un repli de la peau, qui jouait un rôle dans l'équilibration, et d'une **nageoire caudale verticale hétérocerque** (lobes inégaux) semblable à celle des Requins, avec cette différence que la colonne vertébrale s'engageait dans le lobe inférieur et non dans le lobe supérieur ; cette nageoire caudale était certainement l'organe propulseur principal. Les membres antérieurs, battant perpendiculairement à l'axe du corps, servaient probablement beaucoup plus d'organes de soutien que d'organes propulseurs.

En définitive, il semble bien que ces animaux aient mené une vie essentiellement pélagique, se nourrissant surtout de Poissons, de Céphalopodes, de Crustacés...

3° LES REPTILES AÉRIENS

Des reptiles adaptés au vol ont également existé pendant l'ère secondaire, et certains atteignaient plusieurs mètres d'envergure. Les reptiles volants sont désignés sous le nom général de **Ptérosauriens.**

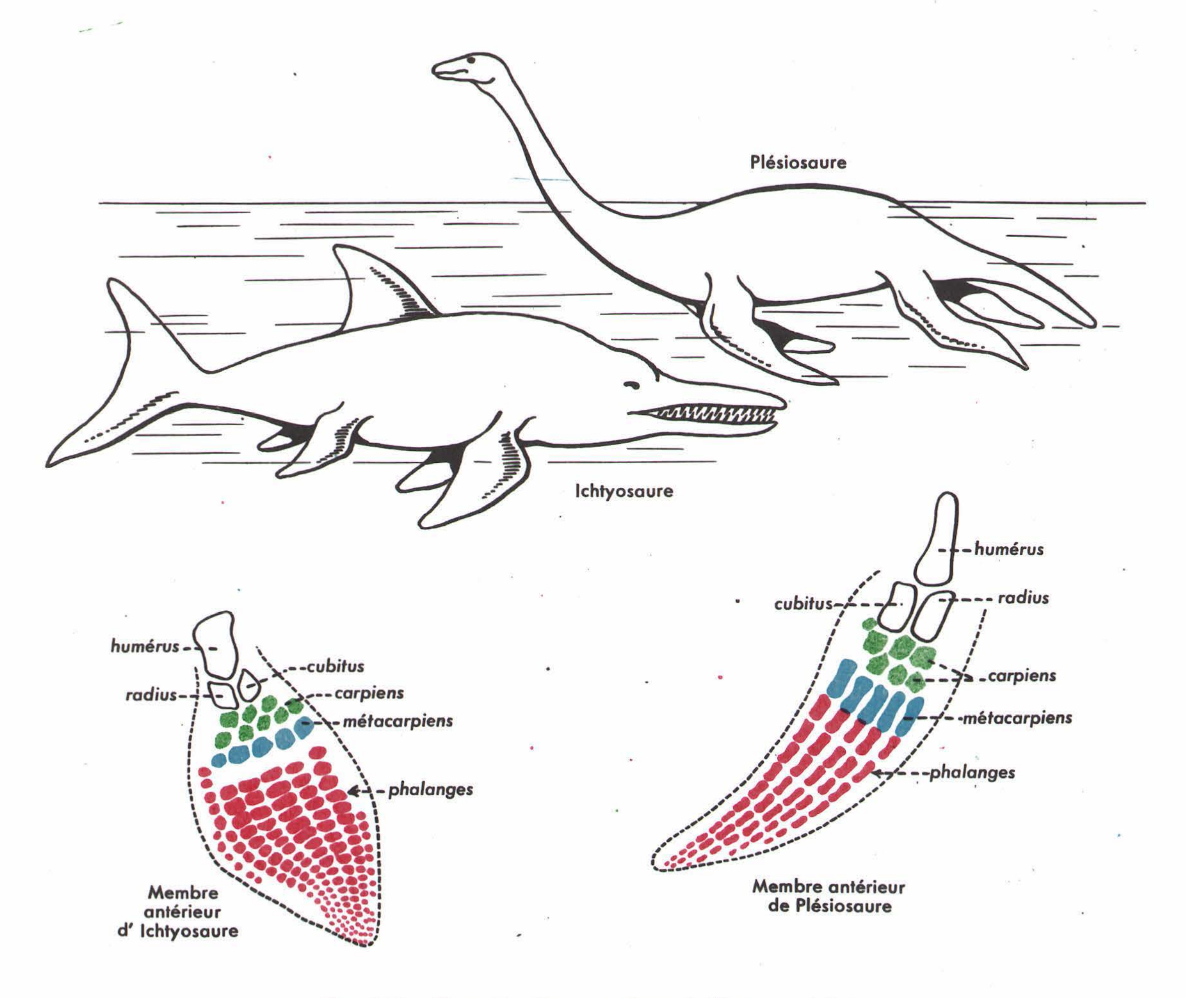


FIG. 300. - *Deux Reptiles aquatiques de l'ère secondaire.*

Le Ptérodactyle (fig. 301) a vécu au Jurassique et au Crétacé. Sa taille, variable suivant les espèces, allait de celle du Moineau à celle de l'Aigle. Chez ces animaux, l'adaptation au vol présente des caractères réalisés, les uns chez les Oiseaux, les autres chez les Chauves-souris. Comme chez les Oiseaux, le squelette était allégé par des os pneumatiques ; le sternum, très développé, permettait l'insertion de puissants muscles du vol et rappelait le bréchet. Les yeux, volumineux, indiquent une vue particulièrement développée ; le bec était allongé et pourvu d'une dentition réduite.

Par contre, d'autres caractères rappellent l'adaptation au vol de la Chauve-souris. En effet, l'organe du vol est une membrane tendue entre le membre antérieur et le corps ; le vol devait donc rappeler celui de la Chauve-souris (vol battu).

Comme chez les Oiseaux et les Chauves-souris, c'est le membre antérieur qui est adapté au vol, mais la transformation en aile présente chez le Ptérodactyle des dispositions anatomiques particulières ; en effet, le soutien de la membrane est réalisé surtout par le cinquième

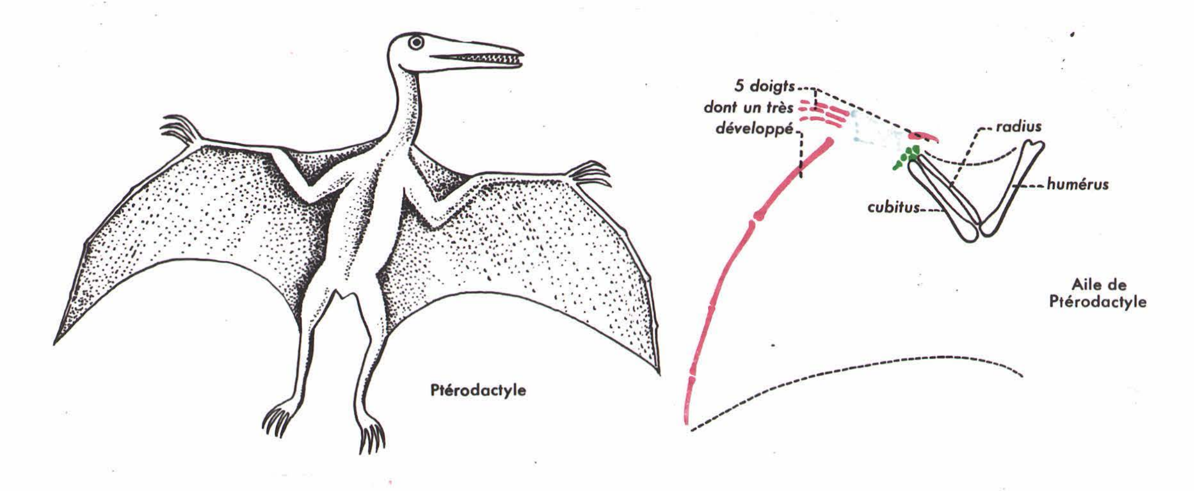


FIG. 301. - *Adaptation au vol chez un Reptile de l'ère secondaire (Ptérodactyle).*

doigt qui s'allonge démesurément, le premier doigt étant très réduit et les trois autres moyennement développés.

Les squelettes de ces Reptiles aériens ayant été trouvés dans des sédiments marins ou lacustres, on suppose qu'ils vivaient au voisinage des eaux. Peut-être se nourrissaient-ils de Poissons.

CONCLUSION. - L'étude de quelques Reptiles secondaires nous a permis de retrouver des adaptations à la locomotion particulièrement intéressantes. Ainsi, chez les Reptiles aquatiques, nous avons retrouvé des dispositions générales (forme du corps, transformation des membres en nageoires ou en palettes natatoires) que nous avions déjà observées chez les Poissons et les Mammifères aquatiques. Ce phénomène biologique porte le nom de **convergence** : des dispositions anatomiques d'adaptation semblables sont réalisées chez des animaux appartenant à des groupes bien différents, mais ayant des modes de vie identiques. Par exemple, on retrouve un corps pisciforme chez les Poissons, le Dauphin, l'Ichtyosaure.

De même, chez les Reptiles aériens, les Oiseaux et les Chauves-souris, c'est le membre antérieur qui est transformé en aile, et le corps de tous ces animaux possède une forme aérodynamique.

Les convergences de forme se rencontrent également chez des animaux terrestres. La disposition adaptative à la course est identique chez le Struthiomimus, l'Autruche et le Kangourou qui appartiennent cependant à des classes différentes.

L'étude des Reptiles secondaires nous montre également qu'un groupe peut s'épanouir à une époque donnée, peupler les différents milieux terrestre, aquatique et aérien, puis régresser considérablement. Certains Reptiles paraissaient pourtant bien adaptés à leur mode de vie et à leur milieu : l'Ichtyosaure et le Ptérodactyle par exemple. Leur disparition totale est un mystère que la paléontologie n'est pas encore parvenue à éclaircir.



ADAPTATION A LA LOCOMOTION ET AU RÉGIME ALIMENTAIRE CHEZ LES ÉQUIDÉS FOSSILES

Avant d'étudier les adaptations à la locomotion et au régime alimentaire chez les Équidés fossiles, observons d'abord un Équidé actuel, le Cheval (genre Equus).

1° LE CHEVAL ACTUEL

1. - **Le Cheval est un herbivore.** Il broute l'herbe qu'il coupe avec ses incisives qui fonctionnent comme des pinces coupantes, et qu'il broie à l'aide de ses molaires. L'herbe est un aliment très riche en cellulose, mais peu nutritif. Aussi le Cheval doit-il en absorber de très grandes quantités et, comme nous l'avons vu, elle doit être finement broyée pour que les sucs digestifs puissent attaquer le contenu des cellules. Cette opération est réalisée par le travail des molaires, plates et larges, pourvues de nombreux replis d'émail en relief. Ces molaires s'usent en fonctionnant, mais cette usure est compensée par une croissance continue : les racines de la dent sont largement ouvertes.

2. - **Le Cheval est adapté à la course rapide.** La patte ne repose sur le sol que par l'extrémité d'un doigt ; la dernière phalange du doigt unique est protégée par un **sabot :** le Cheval est un **Ongulé** et sa démarche est dite **onguligrade.** Rappelons que l'**os canon** (métacarpien ou métatarsien) est encadré par deux stylets qui sont les vestiges de métacarpiens et de métatarsiens atrophiés. On observe aussi une atrophie du cubitus et du péroné rendant impossible les mouvements de rotation. Le membre ne fonctionne plus que comme un balancier dans le sens antéro-postérieur, fonctionnement facilité par des articulations en poulies. Tout cela assure des foulées de grande amplitude et une allure rapide.

3. - **Le Cheval est un animal de grande taille.** L'accroissement de la taille s'accompagne d'une amélioration du rendement énergétique de l'animal. La quantité de nourriture destinée à maintenir constante la température du corps dépend, en particulier, de la surface de ce corps. Or, le poids s'accroît comme les cubes des dimensions, et les surfaces seulement comme les carrés. La surface par kilogramme de poids est donc plus faible quand la taille s'accroît, d'où une déperdition de chaleur moindre : le rendement est meilleur.

4. - **En conclusion,** le Cheval actuel apparaît comme un mammifère adapté au **régime alimentaire herbivore** et à la **course rapide.** Il est capable de franchir de grandes distances dans de vastes steppes herbeuses à la recherche de la nourriture que sa denture est apte à saisir, couper et broyer.

2° LE PHENACODUS

Le Phenacodus (fig. 302) a été découvert par le paléontologiste américain COPE en 1888 dans des terrains datant du début de l'ère tertiaire. Il a été présenté comme **« l'ancêtre des animaux à sabots ».** Le Phenacodus avait la taille d'un Loup, une **denture complète** avec des dents nombreuses à croissance limitée, à racines courtes, et des molaires à couronne tuberculée. Le pied possédait **cinq doigts** bien développés ; le doigt médian présentait un plus grand développement que les autres, et les dernières phalanges ressemblaient à celles des animaux à sabots actuels. Ces caractères indiquent que le Phenacodus était un animal peu spécialisé, à régime alimentaire **omnivore ;** il est considéré par les paléontologistes comme un animal synthétique, c'est-à-dire présentant des caractères que l'on retrouve actuellement séparés chez des Mammifères appartenant à des groupes différents (Équidés, Porcins, Car-

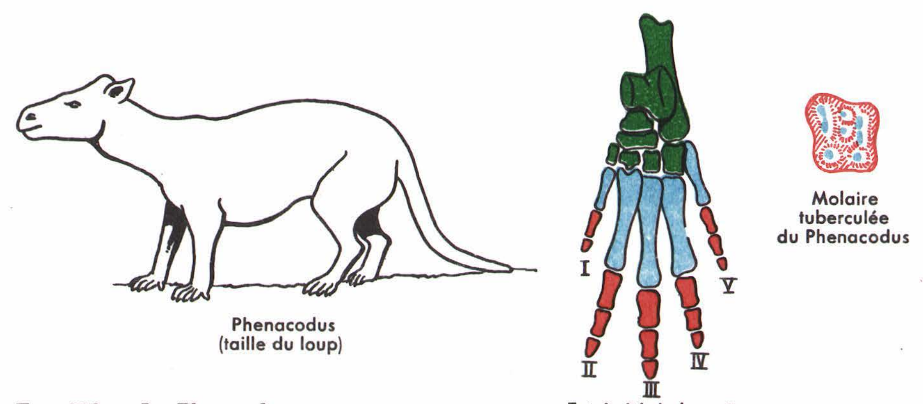


FIG. 302. - *Le Phenacodus.*

nivores). Il est considéré comme l'ancêtre commun à beaucoup de Mammifères et en particulier aux Ongulés.

3° LES ANCÊTRES DU CHEVAL

(fig. 303, 304 et 305)

C'est dans les terrains sédimentaires d'âge tertiaire de l'**Amérique du Nord** que les paléontologistes ont pu reconstituer la **lignée généalogique** (on dit aussi évolutive) complète des **ancêtres du Cheval actuel.**

1. - **Dans l'éocène inférieur,** on a trouvé le squelette d'un animal que l'on a appelé **Eohippus** ; il avait la taille d'un Renard et présentait des caractères communs avec le Phenacodus étudié plus haut, mais aussi avec les Équidés :

— Prémolaires encore coupantes, molaires dont les tubercules commencent cependant à se souder pour former des crêtes.
— Pattes antérieures à quatre doigts fonctionnels avec un développement plus marqué du troisième doigt ; pattes postérieures à trois doigts avec rudiments du premier et du cinquième. Les dernières phalanges sont petites et pointues ; cet animal avait certainement une démarche digitigrade.

En résumé, l'Eohippus devait avoir un régime omnivore et une allure déjà assez rapide.

2. - **Les descendants de l'Eohippus** à l'**éocène** et à l'**oligocène.** On remarque :

— Une augmentation progressive de la taille.
— Une réduction progressive des doigts ; seul le doigt médian reste fonctionnel ; il se développe en longueur et en solidité ; les autres se réduisent.
— Le relèvement du membre, qui devient onguligrade ; en même temps, on constate une réduction du cubitus et du péroné.
— La spécialisation progressive de la denture dans le sens de la molarisation des prémolaires (elles deviennent à peu près semblables aux molaires) ; de plus, les tubercules font place aux crêtes d'émail à replis compliqués.
— Une spécialisation dans le régime alimentaire accompagne la modification des molaires ; les descendants de l'Eohippus à l'éocène et à l'oligocène sont des mangeurs de feuilles et de bourgeons.

3. - **Les descendants de l'Eohippus au miocène et au pliocène** présentent encore des spécialisations plus accentuées :

— L'augmentation progressive de la taille se poursuit.
— On assiste à la disparition progressive des deux doigts latéraux accompagnant le doigt médian, qui seul persiste ; le pied se simplifie, mais en même temps se renforce et s'assouplit par modification des ligaments.
— Le cubitus et le péroné s'atrophient davantage.

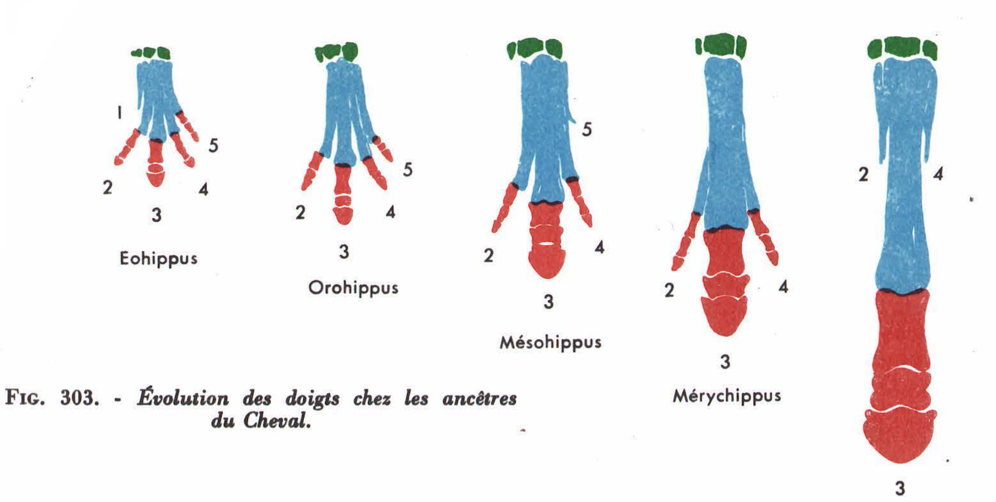


FIG. 303. - *Évolution des doigts chez les ancêtres du Cheval.*

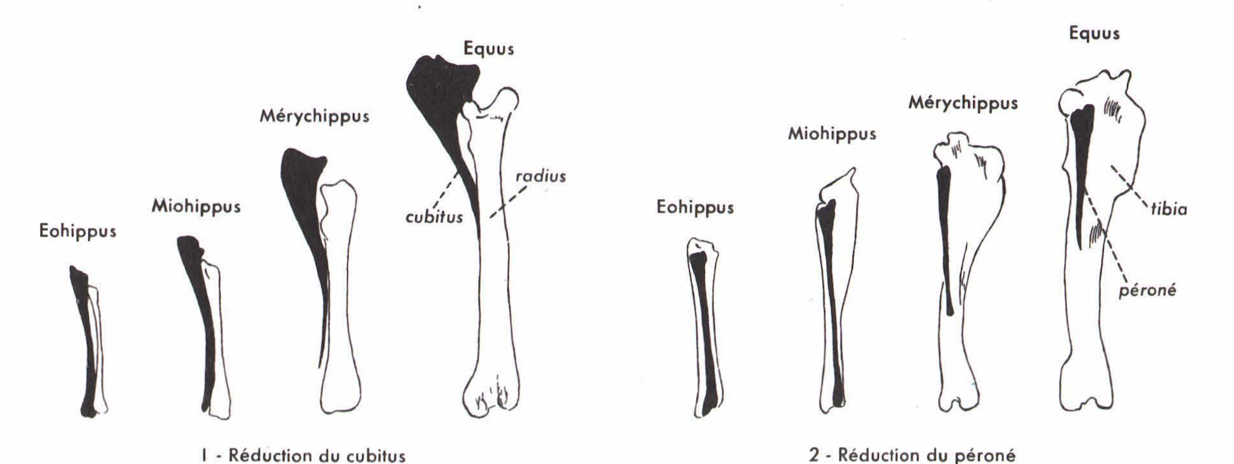


FIG. 304. - *Réduction progressive du cubitus et du péroné chez les ancêtres du Cheval.*

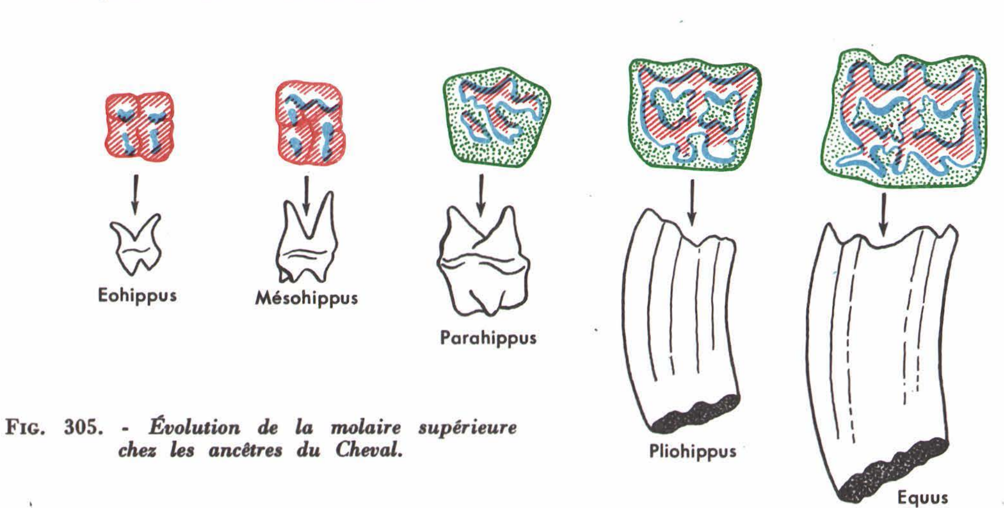


FIG. 305. - *Évolution de la molaire supérieure chez les ancêtres du Cheval.*

— Enfin, les molaires, devenues plus grosses et plus hautes, présentent des replis d'émail de forme de plus en plus compliquée ; les racines deviennent largement ouvertes à leur base, ce qui indique des dents à croissance continue.

Au miocène et au pliocène, les ancêtres du Cheval sont déjà des brouteurs d'herbe ; les variations du climat provoquent l'extension des prairies au détriment de la forêt.

4. - **Tout à la fin de l'ère tertiaire apparaît le Cheval (Equus)** avec ses caractères actuels. Au cours de l'évolution de cette série américaine des ancêtres du Cheval, et à plusieurs reprises, **des espèces américaines émigrent en Europe** en passant par l'Asie, mais finissent par disparaître sans laisser de descendants. L'évolution complète des Chevaux s'est terminée en Amérique. Cependant, le Cheval lui-même (genre Equus) finit par y disparaître. Mais, ayant lui aussi émigré en Europe, il fut réintroduit en Amérique par les Espagnols après la découverte de ce continent ; les Chevaux américains actuels sont donc des descendants des Chevaux européens.

CONCLUSION. - L'étude des ancêtres du Cheval actuel nous montre des modifications successives dans la **taille des animaux,** la **structure des membres** et les **caractères de la denture.** Ces modifications se sont poursuivies **dans une certaine direction.** Dans cet arbre généalogique que les savants appellent **« ligne évolutive »,** ou **« phylum »,** la taille augmente progressivement, la denture se spécialise, et l'adaptation à la course devient de plus en plus poussée.

Le passage d'une forme à l'autre se fait par des modifications peu importantes, mais toujours dans le même sens ; il y a **spécialisation progressive :** la série débute par des formes peu différenciées qui acquièrent petit à petit une spécialisation poussée (adaptation). Mais, par cette spécialisation, l'animal est de plus en plus lié à un milieu donné, ce qui réduit ainsi ses possibilités de vie dans un milieu différent.

Remarquons, enfin, que la modification des membres n'entraîne pas toujours la disparition totale des organes devenus inutiles, et l'on observe des **vestiges d'organes** ayant eu chez les ancêtres de l'animal un rôle non négligeable, par exemple les stylets encadrant l'os canon du Cheval.

FIG. 306. - *L'arbre généalogique des Équidés.*

26

LE MILIEU D'EAU DOUCE

Le biologiste a toujours été attiré par l'intense pullluation de la vie, sous toutes ses formes, dans les eaux douces, même dans les étendues les plus réduites : fossés, ruisseaux, mares, petits étangs, etc. Il n'est pas question d'étudier ici toutes les formes animales qui vivent dans ce milieu ! Ce travail dépasserait de très loin le but de cet ouvrage. Nous nous contenterons d'étudier les formes les plus caractéristiques. Reportez-vous aux Planches 5 à 16, à la fin du manuel.

La ***limnologie*** *est la science qui étudie la vie dans les eaux douces. Dans la nature, les* ***eaux douces stagnantes*** *(mares, étangs et lacs) s'opposent aux* ***eaux douces courantes*** *(torrents, rivières et fleuves).*

1° LES EAUX DOUCES STAGNANTES

Les eaux douces stagnantes comprennent les mares, les étangs et les lacs, qui se distinguent les uns des autres, non seulement par leur étendue, mais aussi par leur profondeur, plus grande dans les lacs que dans les étangs. Les lacs se rencontrent en général dans les régions montagneuses, les étangs, en plaine. Lorsqu'on entreprend l'étude d'un milieu d'eau douce stagnante, il est conseillé, avant de commencer l'observation de la flore et de la faune, de préciser les caractères géographiques, topographiques et géologiques de ce milieu. L'utilisation de la carte d'état-major au 1/50 000e, en courbes de niveau, permettra de préciser le relief des terrains limitant l'étendue d'eau, et de repérer les petits cours d'eau qui peuvent y aboutir. La carte géologique fournira toutes les indications sur la nature et l'âge des terrains.

Facteurs qui interviennent dans le peuplement des eaux douces stagnantes

A. - **La température de l'eau.** La température de l'eau tend à devenir égale à la température de l'air, laquelle subit des variations importantes. Mais, plus la masse d'eau est grande, plus cet équilibre est lent à se réaliser, surtout dans les lacs profonds. La température de l'eau variera donc, comme celle de l'air, suivant la latitude, l'altitude et la saison. L'eau passant par un maximum de densité aux environs de 4° centigrades, les eaux qui ont cette température sont plus lourdes et forment une nappe au fond des lacs. La température de cette nappe est donc à peu près constante d'un bout de l'année à l'autre.

Dans les grands lacs, le réchauffement estival ne se fait pas sentir au delà de 10 mètres de profondeur. L'hiver, par grand froid, la température des eaux superficielles s'abaisse au-dessous de 4°. Mais comme elles sont plus légères que la nappe profonde à 4°, elles restent en surface et gèlent : la glace flotte à la surface de l'eau, et la vie aquatique peut se poursuivre sous la couche qui se forme. Comme on le voit, il existe des courants verticaux dans les lacs : les eaux les plus légères montent vers la surface, les eaux les plus lourdes descendent vers le fond.

Les variations de température ont une grande influence sur la vie, en particulier sur les phénomènes respiratoires. Les eaux froides étant plus riches en oxygène que les eaux chaudes, la répartition de la faune se fait davantage en fonction des besoins de chaque espèce en oxygène, qu'en fonction des variations de température. Par exemple, les Poissons de la famille des Salmonidés (Truites, Ombles, etc...) se localisent dans les eaux froides, car ils sont plus avides d'oxygène que les Cyprinidés (Cyprins, Carpes, etc...) qui peuvent vivre dans des eaux moins oxygénées, plus chaudes.

B. - **La composition chimique des eaux.** Les eaux douces stagnantes renferment des substances minérales en solution, des gaz dissous et des matières organiques. Ces différents corps chimiques ont une influence importante sur la vie des organismes.

a) **Les substances minérales dissoutes** sont nombreuses et le plus souvent en quantités minimes ; nous nous contenterons de mentionner celles qui jouent un rôle biologique important.

Les sels de calcium peuvent être mis en évidence en ajoutant quelques gouttes d'une solution d'oxalate d'ammonium à l'eau du milieu prélevée dans un tube à essais. Il se forme un précipité blanc d'oxalate de calcium. Ces sels de calcium sont abondants dans les eaux stagnantes des terrains calcaires. La chaux est utilisée par certains Invertébrés pour l'édification de leur coquille ou de leur carapace, et par les Vertébrés pour l'ossification de leur squelette. En pisciculture, on estime que 10 kilogrammes de calcaire sont indispensables pour assurer la vie d'une tonne de Carpes.

Le phosphore joue un rôle biologique important ; il est présent dans les eaux sous forme de phosphates solubles que l'on peut mettre en évidence, s'ils sont en quantité suffisante, en ajoutant quelques gouttes de réactif ammoniaco-magnésien : il se produit un précipité blanc de phosphates ammoniaco-magnésiens. Mais souvent leur quantité est trop faible pour que cette réaction soit positive. Le phosphore est, lui aussi, l'un des constituants indispensables du squelette des Vertébrés.

Des traces de **fer** peuvent être mises en évidence dans les eaux. Ce métal se trouve à l'état de sels ou sous des formes colloïdales complexes. Il est indispensable pour le développement de certains végétaux d'eau douce (algues) et pour la formation des pigments respiratoires sanguins hémoglobiniques des animaux aquatiques.

b) **Les gaz dissous.** On peut mettre en évidence les gaz dissous en faisant chauffer doucement l'eau à étudier dans un ballon pourvu d'un tube de dégagement ; les gaz, moins solubles à chaud qu'à froid, se dégagent dans l'éprouvette et peuvent être analysés.

L'oxygène est l'un des plus importants, car il permet la respiration des animaux aquatiques. Les lacs aux eaux profondes et froides ont une teneur élevée en oxygène et conviennent bien, en particulier, aux Poissons de la famille des Salmonidés. Ils sont pauvres en matières organiques et le plancton est peu abondant. On les désigne sous le nom de lacs **oligotrophes** (= qui nourrit peu). C'est le cas des lacs du Bourget, d'Annecy, de Genève. D'autres, aux eaux moins profondes (Nantua, Aiguebelette), sont plus pauvres en oxygène, mais une végétation aquatique abondante se développe sur leurs bords. Les eaux, assez transparentes, sont colorées en vert ou en brun, et le plancton est assez riche. On les désigne sous le nom de lacs **eutrophes** (= qui nourrit bien). Les **lacs dystrophes** (= qui nourrit mal) sont riches en matières organiques et très pauvres en oxygène ; dans leurs eaux vertes ou brunes le plancton est assez abondant.

Quant aux étangs et aux mares, souvent complètement envahis par la végétation, leur teneur en oxygène varie en fonction de l'intensité chlorophyllienne, donc en fonction de l'éclairement.

La quantité de **gaz carbonique** dissous dans l'eau dépend de la présence de bicarbonate de chaux, corps soluble. Les êtres vivants ont une action importante sur la teneur en gaz carbonique : les animaux aquatiques dégagent du gaz carbonique au cours de leur respiration, tandis qu'au contraire, les plantes vertes aquatiques absorbent ce gaz au cours de l'assimilation chlorophyllienne. Un excès de gaz carbonique rend l'eau acide, mais si le milieu est riche en carbonate de chaux (eaux calcaires), cette acidité est neutralisée par la production de bicarbonate.

Pendant tout l'été, sous l'action de la fonction chlorophyllienne, les eaux perdent leur acidité, le gaz carbonique étant absorbé par les plantes vertes. Le bicarbonate se dissocie et le carbonate de chaux forme un précipité qui peut engendrer des dépôts crayeux au fond des eaux.

L'hydrogène sulfuré (H_2S) est parfois assez abondant dans les lacs peu profonds et pauvres en oxygène. Il se forme sous l'action des Bactéries sulfureuses qui réduisent les sulfates en hydrogène sulfuré.

Le méthane (CH_4), **ou gaz des marais,** se forme parfois dans les étangs ou les mares à eau croupissante. Il est produit par l'action des Bactéries qui font fermenter la cellulose des végétaux. Ce gaz se dégage souvent quand on remue la vase avec un bâton.

c) **Les matières organiques** peuvent être mises en évidence par la décoloration de quelques gouttes de permanganate de potassium versées dans un récipient contenant l'eau à analyser. Ces matières organiques proviennent de la décomposition des cadavres d'animaux ou de végé-

taux aquatiques, et aussi parfois des déchets organiques rejetés par les agglomérations humaines (villes, villages, campings) situées au voisinage des eaux. Lorsque leur proportion ne dépasse pas un certain taux, les matières organiques favorisent le développement des organismes planctoniques qui constituent la nourriture d'animaux plus gros. Donc, finalement, leur présence en petites proportions favorise la vie.

Répartition de la vie dans les eaux douces stagnantes

A. - **Dans les lacs.** Parmi tous les êtres vivants qui peuplent les lacs, deux catégories s'opposent : le **benthos**, ensemble des animaux et des végétaux qui vivent sur le fond, et le **plancton**, formé par l'ensemble des êtres vivants, en général de petite taille, qui demeurent dans les zones superficielles des eaux.

a) **Les êtres vivants du benthos.** Leur répartition est en liaison très étroite avec la répartition de la vie végétale ; on distingue une **région littorale** et une **région profonde.**

— **La région littorale** est la région la plus riche en ce qui concerne les espèces végétales. Dans les lacs profonds, cette zone littorale ne dépasse pas 12 mètres de profondeur. Cette zone est celle dont les eaux présentent les variations de température les plus importantes ; les animaux y pullulent. On peut la subdiviser en trois zones :

1° **La zone littorale terrestre.** Dans cette zone, tantôt émergée, tantôt submergée, poussent des plantes franchement terrestres, mais aussi des plantes ne se développant que dans une terre gorgée d'eau : Carex, Caltha palustris. La faune constitue également un passage entre la faune terrestre et la faune aquatique.

2° **La zone des plantes émergées.** Là, les parties supérieures des plantes se développent dans l'air, mais les racines, et parfois une partie de la tige, sont immergées (Roseaux, Massettes, Joncs, etc...). On y rencontre une grande quantité d'animaux amphibies : Oiseaux (Canards, Grèbes, Hérons), Batraciens (Grenouilles et Tritons), ou franchement aquatiques : Poissons, Insectes et leurs larves, Mollusques, Vers, etc... qui viennent y chercher leur nourriture ou y pondre.

3° **La zone des plantes immergées** (Nénuphars, Potamots, Cératophyllum, Myriophyllum, Élodée, etc..., plantes qui se développent entièrement dans l'eau) ne comprend plus d'animaux amphibies. Elle est très riche en Poissons et en Invertébrés aquatiques. De plus, des Poissons vivant habituellement dans des eaux plus profondes, viennent y déposer leurs œufs.

— **La région profonde** commence à partir d'une quinzaine de mètres de profondeur. Elle est caractérisée par une température plus régulière et par une lumière moins intense. La lumière est très faible au-dessous de 30 mètres. Aussi cette région est-elle pauvre en êtres vivants. Les animaux qui y vivent présentent cependant quelques caractères particuliers qui justifient parfois l'expression « d'adaptation à la vie de profondeur ». Les Mollusques, comme la Limnée de profondeur, ont des coquilles fragiles et incolores. On peut y trouver aussi deux Crustacés aveugles appartenant aux genres Nephargus et Asellus ; les Vers sont incolores. Quelques larves d'Insectes (Chironomes) peuvent y vivre et, dans quelques lacs alpins, certains Poissons comme l'Omble chevalier et les Corégones.

b) **Les êtres vivants de la zone planctonique.** Le **plancton** est l'ensemble des animaux et des végétaux microscopiques qui nagent ou qui, plus simplement, flottent dans les zones superficielles des eaux. On distingue le **zooplancton,** constitué par les animaux, et le **phytoplancton** constitué par les végétaux.

Parmi les animaux, peu nombreux, qui constituent le zooplancton lacustre, on peut signaler :

— Quelques Protozoaires (Héliozoaires, Ciliés, Flagellés).
— Des Crustacés (Daphnies, Cyclops).
— Des Vers oligochètes.
— Des Rotifères.
— Des larves d'Insectes.
— Des Araignées d'eau.

Ces animaux présentent, le plus souvent, des caractères d'adaptation à la vie en pleine eau. Les Crustacés, en particulier, ont un corps très transparent, des appendices longs et ramifiés qui facilitent le maintien à la surface de l'eau.

Les représentants les plus fréquents du phytoplancton sont les Diatomées, les Péridiniens, les Algues vertes microscopiques.

Le plancton a une importance considérable pour le maintien de la vie animale dans les eaux des lacs. En effet, il constitue la nourriture principale, parfois même la seule, de beaucoup de Poissons : Corégones, Ombles, Truites, Gardons, etc... Les Crustacés planctoniques, en particulier les Daphnies, ont un rôle alimentaire extrêmement important. Il a été démontré, dans certains étangs, que l'abondance des Poissons dépend directement de l'abondance des Crustacés planctoniques.

Le plancton animal dépend, à son tour, du plancton végétal qui, par la fonction chlorophyllienne, assure la synthèse des matières organiques nécessaires à la vie. Par exemple, les Daphnies se nourrissent d'Algues vertes unicellulaires, les Chlorelles, qui ont accumulé dans leur cytoplasme les produits de la synthèse chlorophyllienne. Enfin, signalons que l'abondance du plancton est sujette à des variations importantes dépendant de la température, de la lumière, de la teneur de l'eau en oxygène.

En définitive, une étendue d'eau stagnante constitue, du point de vue de la nourriture, un milieu bien indépendant qui se suffit à lui-même. Les Poissons carnassiers et les Batraciens se nourrissent de proies (petits Poissons, larves, Vers, etc...) qui se nourrissent elles-mêmes d'animaux planctoniques dont l'alimentation est constituée par les végétaux planctoniques ; ces derniers fabriquent eux-mêmes leurs matériaux nutritifs à partir de corps minéraux, au cours de la synthèse chlorophyllienne, assurant un cycle nourricier complet dépendant de la lumière solaire. Les cadavres des animaux et des plantes subissent des fermentations qui aboutissent à la formation de substances minérales qui, elles aussi, sont nécessaires à la vie.

Un lac constitue donc une unité biologique qui peut rester en parfait équilibre. Cet équilibre biologique risque d'être rompu, soit par des pollutions organiques excessives, soit par l'introduction d'espèces nouvelles, par exemple de Poissons carnassiers (Brochets, Perches-soleils, Poissons-chats).

B. - **Dans les étangs et les mares.** Les étangs et les mares se distinguent des lacs par une surface plus réduite et une profondeur plus faible. Dans les étangs, on peut encore parler d'une **zone littorale,** envahie par la végétation, et d'une **zone profonde** dépourvue de végétation superficielle mais dont le fond est recouvert de plantes immergées. Par contre, les mares, étendues d'eau assez réduites, sont entièrement recouvertes en été d'une végétation abondante de plantes émergées. Le milieu biologique animal est riche et rappelle celui de la zone littorale des lacs avec une faune planctonique abondante.

2° LES EAUX COURANTES

Facteurs qui interviennent dans le peuplement des eaux douces courantes Ces facteurs sont les mêmes que dans les eaux stagnantes. Cependant, nous examinerons l'action du courant et celle de la température, qui jouent un rôle particulier.

A. - **Action du courant.** En général, la faune des eaux courantes, et en particulier celle des eaux rapides, diffère de celle des eaux stagnantes et présente des caractères d'adaptation qui permettent aux animaux de se protéger ou de lutter contre le courant : appareils d'accrochage (crochets, ventouses des larves d'Insectes), aplatissement dorso-ventral du corps permettant aux animaux de glisser plus facilement sous les pierres pour s'y abriter du courant.

La répartition des Poissons dans les eaux courantes est déterminée par leur résistance à la vitesse du courant ; au delà d'une certaine vitesse-limite, ils sont emportés par les eaux. Voici quelques exemples de vitesses-limites, en mètres par seconde : 4 m 40 pour la Truite, 0 m 50 pour le Barbeau, 0 m 40 pour la Carpe. La connaissance de ces vitesses-limites s'est révélée très précieuse pour étudier et, le cas échéant, favoriser la migration des Poissons qui

remontent le courant (Saumon par exemple). Lorsque la vitesse-limite est dépassée dans certaines portions du cours d'eau (rapides, chutes), on installe des « passes à poissons » qui ralentissent les eaux et facilitent ainsi le passage des poissons à contre-courant.

B. - **La température de l'eau.** La température est un autre facteur important de la répartition de la vie animale dans les eaux courantes. Les torrents et les rivières d'altitude conviennent particulièrement à la Truite, car, même en été, la température dépasse rarement 18°. Par contre, les cours d'eau de plaine, dont la température estivale dépasse 20°, conviennent bien aux Poissons appartenant à la famille des Cyprinidés (Carpes par exemple). Les eaux froides sont les plus oxygénées, l'oxygène devenant plus soluble dans l'eau quand la température baisse.

Répartition de la vie dans les eaux courantes

A. - **La vie dans les torrents de montagne.** Les eaux froides des torrents de montagne ont une faune assez pauvre, réduite aux espèces qui supportent bien les eaux à basse température. C'est par excellence la **zone à Truite**, avec quelques poissons comme le Chabot et la Loche. C'est également la zone de l'Écrevisse à pieds blancs et de l'Écrevisse des torrents. Quelques larves d'Insectes (Diptères, Chironomides, Phryganes, Éphémères), des Araignées d'eau, des Mollusques (Limnées), trouvent un milieu favorable dans la végétation constituée par des Algues et des Mousses.

B. - **La vie dans les petits cours d'eau de plaine à faible courant.** La faune et la flore y sont plus riches et plus variées. L'amont des cours d'eau forme la **zone à Barbeau** qu'accompagnent le Brochet, le Goujon, la Perche, le Chevesne, etc... ; c'est aussi la zone de l'Écrevisse à pieds rouges. En aval de cette zone, les eaux tranquilles constituent la **zone à Brème** avec la Carpe, la Tanche, l'Ablette, le Gardon. Bien entendu, la zone à Barbeau et la zone à Brème chevauchent plus ou moins l'une sur l'autre.

Dans ces petits cours d'eau aux eaux tranquilles vivent de nombreux Insectes aquatiques, des larves d'Éphémères, de Libellules, de Chironomes, etc..., de nombreux Mollusques (Limnées, Planorbes, etc...). Le plancton, d'un type particulier désigné sous le nom de potamoplancton, est moins riche en individus et en espèces que le plancton des eaux stagnantes.

3° LES PROCÉDÉS DE RÉCOLTE DE QUELQUES ANIMAUX D'EAU DOUCE

Il n'est pas utile de rechercher de très grandes étendues d'eau pour récolter les animaux : les mares et les fossés renferment parfois une faune très riche. La période la plus favorable est la belle saison, du mois de mars au mois de novembre ; pendant l'hiver, sous l'effet du refroidissement des eaux et de l'appauvrissement de la nourriture, les animaux sont beaucoup plus rares. Nous nous occuperons surtout ici de la pêche des petits animaux et nous laisserons de côté les techniques qui permettent de capturer les Poissons.

Instruments utilisés pour la pêche des petits animaux

A. - **Le filet troubleau** a la forme d'un sac monté sur une armature métallique de 30 à 40 centimètres de diamètre fixée à l'extrémité d'un bambou long et solide. Le tissu de ce filet est constitué par une toile très lâche, laissant filtrer l'eau facilement, et très solide pour résister au contact des objets durs. On promène ce filet dans les herbiers de fond ou de surface en ayant soin de ramener des plantes ; une fois l'eau écoulée à travers la toile, le contenu du filet est étalé sur le sol et, avec des pinces, on effectue la récolte des petits animaux capturés. On laissera certains d'entre eux sur les fragments de végétaux où ils se trouvent.

B. - **Le filet à plancton** est un peu plus petit que le troubleau ; formé d'une toile de soie ou de nylon très fine, il est conique et monté sur une armature métallique circulaire de 20 centimètres de diamètre environ. On le promène dans les couches superficielles de l'eau, soit de la berge, soit en le laissant traîner à l'arrière d'une embarcation. Dans ce cas, le manche est remplacé par une ficelle solide. Le filet à plancton retient les petits animaux planctoniques et laisse filtrer l'eau. On vide son contenu directement dans un bocal.

Récipients utilisés pour la récolte des animaux Le matériel pêché avec le filet troubleau pourra être recueilli sans triage, en conservant les plantes aquatiques, dans des bocaux fermés hermétiquement qui permettront de le transporter jusqu'au laboratoire. On peut également effectuer le triage sur le lieu de la récolte, les petits animaux étant séparés dans des tubes.

Le premier procédé est préférable au second : le triage sur les lieux de pêche est souvent trop hâtif, tandis que les bocaux contenant le matériel récolté en vrac sont déversés au laboratoire dans des cristallisoirs assez larges, où après un repos de quelques heures permettant la sédimentation des dépôts et la clarification des eaux, on apercevra plus facilement les animaux de taille très réduite qui sont souvent à la limite de la visibilité à l'œil nu (petits Crustacés, Vers) et que l'on n'aurait pas vus au cours d'un triage trop rapide.

Élevage des petits animaux récoltés L'élevage des animaux récoltés pourra se faire dans des récipients de volumes variés, mais qui devront tous présenter une large surface d'aération. On utilisera l'eau prélevée dans la mare ou, à défaut, de l'eau de source ou de puits. En effet, dans les grandes villes, l'eau de consommation est souvent à déconseiller, comme trop javellisée. Les récipients devront contenir aussi quelques plantes aquatiques vertes qui, sous l'action de la lumière, maintiendront une oxygénation satisfaisante de l'eau.

Pour les animaux de petite taille, on utilise des cristallisoirs d'encombrement réduit et même des boîtes de Petri ; les animaux plus gros sont élevés dans des aquariums dont le fond est garni de sable siliceux préalablement lavé, et de cailloux sous lesquels certains d'entre eux pourront se réfugier. La flore indispensable à une bonne oxygénation sera composée de quelques rameaux d'Élodée, de Myriophylle, ou encore par une touffe d'une Mousse aquatique, appelée Fontinalis. Quelques tours de fil de plomb lesteront ces plantes à leur extrémité inférieure. Il ne faut cependant pas mettre trop de plantes, car pendant la nuit elles enrichiraient le milieu en gaz carbonique par leur respiration, la fonction chlorophyllienne étant évidemment arrêtée. Il est bon de déposer à la surface de l'eau un petit carré de liège ou un morceau de bois, ce qui permettra aux animaux amphibies de sortir de l'eau. Enfin, on recouvrira les récipients et les aquariums d'un grillage fin empêchant la fuite de certains animaux (Insectes, Tritons, etc...).

Si le peuplement de l'aquarium est assez intense, il sera nécessaire d'assurer une aération artificielle avec une pompe à air.

Bien entendu, on évitera soigneusement de mélanger les animaux carnassiers, comme les Dytiques, les larves de Libellules, avec les petits animaux que l'on veut conserver. Les espèces carnassières recevront une nourriture convenable.

Les Poissons (Vairons, Carpillons, Poissons rouges, Gardons) se nourrissent de Vers de vase, de Vers de terre, de petites larves d'Insectes ou de Daphnies. Les marchands d'articles de pêche vendent des Daphnies séchées qui, pour bien des espèces, constituent une nourriture suffisante.

Les petits Crustacés (Daphnies, Gammares, Aselles) mangent des débris végétaux (débris de feuilles, Carottes râpées) ou des Algues microscopiques, des Chlorelles par exemple.

Les Insectes carnassiers (Dytiques, Nèpes, Notonectes) et les **larves carnassières** de Dytique et de Libellule se nourrissent de têtards, de Vers, de petits Poissons, et acceptent à la rigueur de petits fragments de viande ; mais ces animaux sont tellement voraces qu'ils s'entre-dévorent souvent ; aussi est-il prudent de les séparer.

Pour assurer la propreté des vitres de l'aquarium, on introduira des Mollusques d'eau douce (Limnées et Planorbes) ; ces Mollusques se nourrissent des Algues vertes qui se développent sur les parois de l'aquarium, d'autant plus rapidement que l'aquarium est exposé à une lumière vive.

L'élevage des **animaux amphibies** (Grenouilles, Crapauds, Tritons, etc...) s'effectue dans un **paludarium ;** le fond est recouvert de sable et de gravier formant une couche inclinée dont la partie la plus basse plonge seule dans l'eau. Ces animaux seront nourris de Vers de terre, d'Insectes vivants (Mouches, Moustiques) ou d'asticots.

EXEMPLE DE COMPTE-RENDU DE L'ÉTUDE D'UNE MARE

I - **SITUATION GÉOGRAPHIQUE** : La mare étudiée est située sur la route de Nîmes à Saint-Gilles, à 5 kilomètres de Nîmes, à droite de la route en allant vers Saint-Gilles.

II - **NATURE DU TERRAIN** : Alluvions quaternaires argileuses sur cailloutis pliocènes.

III - **ORIGINE DES EAUX** : Infiltration du Vistre (ruisseau) et eau de pluie.

IV - **ÉTAT DES EAUX** : Le 22 octobre 1960, eaux abondantes, température 15°.

V - **FLORE** : Iris des marais, Cresson amer, Plantain d'eau, Callitriches, Lentilles d'eau.

VI - **FAUNE.**

	Abondance		Abondance		Abondance
POISSONS		**INSECTES**		**NÉMATHELMINTHES**	
Gambusie	++	**Hémiptères :**		Nématodes........	++
BATRACIENS		Notonectes........	++	**VERS PLATS**	
Rainettes	++	Naucoris	++	Planaires	+++
Grenouilles vertes.	+	Ranâtres	+	**ANNÉLIDES OLIGOCHÈTES**	
Tritons palmés	+++	Nèpes	++	Naïs	+
MOLLUSQUES GASTÉROPODES		**Pseudo-Névroptères :**		**CŒLENTÉRÉS**	
Limnées	+++	Larves d'Æschne ...	+	Hydres vertes	+
Planorbes	+++	**Névroptères :**		**PROTOZOAIRES CILIÉS**	
CRUSTACÉS		Larves de Phryganes....	++	Paramécies	+
Aselles	+++	**Diptères :**		Colpodes	+++
Cypris	++	Larves et nymphes de Moustiques	+++	Stylonychies	+
Daphnies	++	Larves de Chironomes....	+	**FLAGELLÉS**	
Cyclops	++	**Coléoptères :**		Euglènes..........	+
ARACHNIDES		Gyrins	++		
Argyronètes	+	Dytiques	++		

(Voir à la fin de l'ouvrage les planches se rapportant au milieu d'eau douce).



LE MILIEU MARIN

Les 7/10e de la surface du globe terrestre, soit environ 360 millions de kilomètres carrés, sont occupés par les océans et les mers. Le volume des eaux marines est évalué à 1 300 millions de kilomètres cubes. La profondeur des océans et des mers est très variable ; elle dépasse 10 000 mètres dans une grande fosse marine située à l'est des Philippines dans l'océan Pacifique. Le relief du fond est très varié : le long des côtes abruptes, il descend en pente rapide vers les grands fonds, tandis qu'au large des pays plats, il présente une large plateforme, le plateau continental, de moins de 200 mètres de profondeur.

1° L'EAU DE MER

Composition L'eau de mer contient de nombreux corps en solution : de 35 à 40 grammes par kilogramme d'eau. Elle possède donc une densité supérieure à celle des eaux douces (D = 1,028) et un goût salé. Dans un kilogramme d'eau de mer se trouvent :

Eau	962 g
Chlorure de sodium	27,1 »
Chlorure de magnésium	5,4 »
Chlorure de potassium	0,4 »
Bromure de magnésium	0,1 »
Sulfate de magnésium	1,2 »
Sulfate de calcium	0,8 »
Carbonate de calcium	0,1 »
Éléments divers (iode, fluor, bore, fer, manganèse).	2,9 »

Elle contient aussi des gaz dissous, certains en quantité constante (azote, gaz carbonique), d'autres en quantité variable (oxygène par exemple). L'eau de mer est légèrement alcaline : elle rosit la phtaléine du phénol.

Température En surface, la température est de 0° près des pôles, et de 27 à 29° dans la région intertropicale. En profondeur, elle diminue progressivement et devient proche de 0° dans les grands fonds.

Absorption des radiations solaires L'insolation est inégale selon les lieux et les saisons. L'eau de mer absorbe une partie de la lumière solaire, d'abord les radiations infra-rouges et rouges, puis les jaunes, les vertes, et enfin les radiations bleues. Pour notre œil, l'obscurité est presque totale vers 200 mètres.

Les mouvements de la mer Les eaux marines présentent dans toute leur masse des mouvements plus ou moins rapides. Ce sont :

- Les **courants,** en particulier ceux que causent les différences de température entre les différents points du globe.
- Les **marées,** phénomènes complexes dus à l'attraction combinée de la lune et du soleil, ont une amplitude très variable ; elles se répètent deux fois en 25 heures dans l'Atlantique.
- Les **vagues,** provoquées par le vent, agitent la surface de l'eau, et leurs effets ne se font guère sentir au delà d'une quinzaine de mètres de profondeur.

2° LA RÉPARTITION DE LA VIE DANS LE MILIEU MARIN (1)

Du point de vue biogéographique, on divise le territoire marin en un certain nombre de zones :

La zone du rivage C'est la zone de bordure ; elle n'est immergée qu'exceptionnellement au moment des grandes marées ou des tempêtes. On y trouve, parmi les débris végétaux rejetés par la mer (Algues, Zostères ou Posidonies), quelques Mollusques gastéropodes (Littorines), des Crabes, et de petits Crustacés sauteurs, Talitres par exemple.

La zone des marées Sur les rivages océaniques, c'est la zone qui est alternativement recouverte et découverte par les marées. Assez riche du point de vue de la faune, on y trouve surtout des Mollusques (Moules, Patelles, Troques), des Crustacés (Balanes, Crabes), des Vers (Arénicoles, Nereis).

La zone littorale La zone littorale, ou plateforme littorale, est la zone constamment immergée qui commence à partir du rivage. On peut la subdiviser suivant la profondeur :

A. - **De la surface à 50 mètres de profondeur,** on rencontre des végétaux dont la vie dépend de la pénétration de la lumière. Parmi les végétaux exigeant beaucoup de lumière, donc ne se développant que près de la surface, on doit citer : les Phanérogames (Zostères dans l'Océan et Posidonies en Méditerranée), les Algues vertes, les Algues brunes. Les Algues rouges, au contraire, se contentent d'une lumière plus faible, et peuvent donc vivre à une profondeur plus grande. Dans ces herbiers de Phanérogames ou d'Algues vit une faune riche : Hydraires, Éponges, Bryozoaires, Annélides, Crustacés, Ophiures, Céphalopodes, Ascidies, Poissons. On doit mentionner aussi de nombreuses larves qui s'y développent, bien à l'abri des prédateurs.

B. - **De 50 mètres à 200 mètres de profondeur** la vie est intense, mais elle dépend de la pénétration de la lumière et de la nature géologique du fond. Dans les conditions les plus favorables, la pénétration de la lumière ne dépasse pas 200 mètres, et vers cette profondeur la quantité de lumière résiduelle n'est que le 1/100e environ de celle de la surface.

Sur les **fonds détritiques** (graviers, sables, coquilles intactes ou brisées) se développent des Algues rouges, en particulier des Algues rouges calcaires (Lithothamnium), des Cœlentérés (Corail rouge, Gorgones, Alcyons), des Éponges, des Bryozoaires, des Annélides, des Crustacés (Homard, Langoustes), des Ophiures, des Mollusques bivalves nombreux, des Mollusques céphalopodes, des Poissons. Sur les **fonds vaseux,** vivent des Échinodermes (Holothuries), des Vermidiens (Siponcle, Bonellie), des Mollusques gastéropodes, des Cœlentérés (Pennatules, Alcyons), des Poissons.

Ces fonds détritiques et vaseux sont particulièrement favorables pour la pêche au chalut.

La zone des récifs coralliens Elle est formée par les atolls, les récifs frangeants et les récifs barrières, dans les mers chaudes (20° minimum) et claires (loin des embouchures). On rencontre cette zone de part et d'autre de l'Équateur entre 20° de latitude nord et 20° de latitude sud. Une faune très riche, mais très particulière, l'habite : animaux bâtisseurs de récifs calcaires : Madrépores, Coralliaires, Alcyonnaires, qui sont tous des Cœlentérés, des Protozoaires à coque calcaire (Foraminifères), de nombreux Mollusques gastéropodes et bivalves (Bénitiers), de nombreux Poissons spéciaux, parfois venimeux, se nourrissant surtout en « broutant » les polypes des Madrépores.

---

(1) Voir les planches sur le milieu marin.

La zone bathyale, ou talus continental Cette zone s'étend entre 200 mètres et 3 000 mètres de profondeur environ ; la faune y est plus pauvre.

Sur les roches nues, vivent des Bryozoaires, des Échinodermes (Étoiles de mer, Ophiures), des Annélides, des Crustacés, des Éponges, des Mollusques bivalves, des Poissons.

Sur les fonds vaseux, on rencontre des Cœlentérés (Pennatules, Gorgones), des Crustacés (Crevettes), des Éponges, des Poissons.

La zone abyssale Elle comprend d'immenses étendues à pente relativement faible entre 3 000 et 6 000 mètres de profondeur ; l'obscurité y est totale, la température basse et les pressions élevées. Le fond est constitué par des boues argileuses fines, des boues calcaires ou siliceuses formées par les squelettes calcaires ou siliceux d'animaux pélagiques microscopiques (Foraminifères et Radiolaires) qui tombent sur le fond après leur mort. La vie y est représentée surtout par des animaux se nourrissant de matières organiques contenues dans la vase (Holothuries spéciales par exemple), mais aussi d'animaux prédateurs, (Crabes et Étoiles de mer) ; dans ces profondeurs, il existe également des Poissons adaptés à ce mode de vie mais ils sont assez rares. Toutes ces formes animales, souvent spéciales, sont adaptées aux fortes pressions, à l'obscurité, et sont souvent aveugles, parfois phosphorescentes, avec des organes tactiles très développés.

Les fosses profondes Dans les fosses profondes, de 6 000 à 11 000 mètres, la faune est très rare et très spéciale avec quelques Échinodermes (Holothuries), des Annélides, des Crustacés, des Poissons.

La zone pélagique Cette zone, que l'on appelle parfois épipélagique, est la **zone superficielle de haute mer.** La lumière solaire y pénètre bien ; l'eau réchauffée par cette lumière a une température plus élevée qu'en profondeur. Tous ces facteurs sont favorables au développement de la vie. La flore et la faune qui peuplent cette zone sont dites pélagiques. C'est là que se trouve le **plancton,** formé de nombreux animaux et végétaux en général microscopiques et transparents, la plupart dépourvus de moyens de locomotion propres et suivant passivement les mouvements des eaux. Ces organismes présentent souvent une adaptation à la flottaison par le développement d'organes ou d'appendices allongés. Le **necton,** au contraire, comprend des animaux pourvus d'organes de locomotion permettant des mouvements propres ; ces êtres peuvent donc effectuer des déplacements, comme les Poissons par exemple.

La faune et la flore planctonique sont très intéressantes à étudier. Parmi les êtres les plus communs on peut citer :

PROTOZOAIRES :

— **Foraminifères** à coque calcaire perforée.
— Nombreux **Radiolaires** avec un squelette siliceux portant parfois de longues aiguilles externes.
— **Flagellés :** Péridiniens caractérisés par leurs plaques et leurs deux flagelles situés chacun dans un sillon, Noctiluques phosphorescentes.
— **Ciliés** variés, certains coloniaux (Vorticelles).

CŒLENTÉRÉS :

— **Méduses** Aurelia, Rhizostomes.
— **Siphonophores,** colonies flottantes ou certains individus jouent le rôle de flotteur (Physalies par exemple).
— **Cténophores** : Beroë par exemple, en forme de cloche gélatineuse avec des palettes natatoires ciliées.

VERS :

— **Annélides,** au moment de la reproduction.

CRUSTACÉS :

— Nombreux Copépodes.

TUNICIERS :

— Appendiculaires à longue queue.

En plus de ces animaux adultes, on trouve dans le plancton de nombreuses larves d'Annélides, de Mollusques, de Crustacés, d'Échinodermes, des œufs et des alevins de Poissons.

Le plancton est également extrêmement riche en Algues microscopiques qui constituent l'aliment indispensable d'une grande partie du zooplancton.

3° PROCÉDÉS DE PÊCHE ET DE RÉCOLTE DES ANIMAUX MARINS

Les seuls animaux marins pouvant être récoltés en étude du milieu sont ceux de la zone du rivage, de la zone des marées et, si l'on dispose d'un bateau, de la zone littorale.

Récolte d'animaux planctoniques On utilise des filets à plancton (voir milieu d'eau douce) que l'on attache à l'arrière d'une barque se déplaçant lentement. Le contenu du filet est vidé dans un bocal ; il y forme une sorte de gelée transparente où les animaux pullulent.

L'observation à la loupe binoculaire et au microscope montre de très nombreux organismes, souvent minuscules, appartenant à des groupes très variés. En étudiant le plancton à intervalles réguliers, on peut noter d'intéressantes variations et repérer les époques où se développent les larves des Vers, des Échinodermes, des Crustacés et les alevins des Poissons.

Récolte d'Algues On laisse séjourner des Algues fraîchement récoltées dans de larges cristallisoirs contenant de l'eau de mer. Quelques heures après, les animaux se dégagent des Algues. On trouve alors :

— Des Vers : en particulier de nombreuses Annélides errantes (Nereis).
— Des Mollusques nudibranches : Éolidiens.
— Des Crustacés : Caprelles, Talitres.
— Des Pycnogonides.

Sur les Algues elles-mêmes, on pourra rencontrer des Annélides sédentaires qui vivent fixées.

Râclage des digues, des jetées, etc... On recueille ainsi de nombreux animaux fixés : des colonies d'Hydraires (Tubulaires, Plumulaires), des Bryozoaires, des Éponges.

Sur la côte Atlantique, l'exploration de la bande littorale, à marée basse, permet une abondante récolte de Vers, de Crustacés, de Mollusques et d'Échinodermes. Sur les plages sablonneuses, on peut recueillir une grande variété de coquilles et d'animaux rejetés par la mer. En creusant le sable mouillé, on trouve des Mollusques vivants (Couteaux, Coques et Palourdes) et des Annélides sédentaires (Arénicoles par exemple).

Animaux rapportés par les bateaux de pêche On peut obtenir des pêcheurs, non seulement de nombreuses variétés de poissons, mais encore des animaux récoltés à la drague : Polypiers de Gorgone, Anémones de mer, Annélides sédentaires (Spirographes), Annélides errantes (Aphrodite), des Échinodermes divers (Oursins, Étoiles de mer, Ophiures, Antédon, Holothuries), des Crustacés (Crabes, Pagures, Squilles, Langoustines, Balanes), de nombreux Mollusques, des Tuniciers.

Les animaux en bon état peuvent être conservés et observés dans des aquariums d'eau de mer où ils vivront assez longtemps si l'on assure une aération continue (pompe à air) et une filtration de l'eau.



LES ANIMAUX PARASITES

Au cours de l'étude pratique des animaux qui ont été pris comme exemple dans cet ouvrage, on peut se trouver en présence d'autres animaux vivant, soit à la surface du corps, soit dans les organes internes ; il s'agit très souvent d'animaux parasites. Ce court chapitre et les dessins qui l'accompagnent ont simplement pour but de faire connaître les parasites les plus communs, avec leurs principaux caractères et leur position systématique afin de permettre une détermination commode et rapide.

Qu'est-ce qu'un animal parasite ? C'est un animal vivant aux dépens d'un autre animal, soit à la surface de son corps ***(parasite externe),*** *soit à l'intérieur* ***(parasite interne),*** *et qui tire obligatoirement de son hôte toutes les substances indispensables à l'entretien et au développement de son propre organisme, c'est-à-dire à sa vie. L'animal parasité, ou hôte, supporte plus ou moins bien son parasite qui lui cause toujours des dommages plus ou moins graves, parfois même mortels.*

Cependant, certains animaux, généralement de petite taille, se servent du corps d'autres animaux seulement comme support naturel ; c'est le cas, par exemple, pour les tubes de ***Serpules (Vers annélides)*** *ou pour les carapaces de* ***Balanes (Crustacés)*** *que l'on observe souvent sur les coquilles de Moules ; c'est le cas également des* ***Vorticelles (Protozoaires ciliés et pédonculés*** *qui se fixent sur le corps d'animaux aquatiques très variés). Ces animaux ne sont pas des parasites, car ils ne se nourrissent pas aux dépens des animaux qui les supportent.*

1° RÉPARTITION DES PARASITES DANS LE RÈGNE ANIMAL

En parcourant la liste des exemples choisis, on voit que rares sont les embranchements qui ne comptent pas parmi leurs représentants des formes parasites. C'est pourtant le cas des embranchements des **Spongiaires,** des **Échinodermes** et des **Prochordés ;** d'autres ne comptent parmi eux que de rares parasites : c'est le cas de l'embranchement des **Cœlentérés** et de celui des **Vertébrés.** Mais, par contre, d'autres embranchements renferment de nombreux groupes qui ne comprennent que des animaux parasites : c'est le cas des **Sporozoaires** et des **Cnidosporidies** chez les Protozoaires, des **Cestodes** et des **Trématodes** dans l'embranchement des Vers plats.

L'embranchement des **Vers ronds (Nématodes),** la classe des **Insectes,** des **Crustacés,** l'embranchement des **Mollusques** présentent aussi de nombreuses formes parasites.

2° CARACTÈRES DES ANIMAUX PARASITES

Les animaux parasites présentent souvent des caractères très particuliers :

a) Une **simplification anatomique,** parfois très poussée, conséquence d'une régression due au parasitisme : c'est le cas de nombreux parasites internes qui vivent dans le milieu intérieur de leur hôte, milieu riche en matériaux nutritifs (sang, lymphe, appareil digestif, etc...). Aussi, contrairement aux animaux libres qui doivent chercher leur subsistance et souvent

combattre pour vivre, les parasites présentent une régression plus ou moins complète des organes de la vie de relation et de la vie de nutrition ; l'**appareil locomoteur,** les **organes des sens** sont plus ou moins atrophiés, ainsi que l'**appareil digestif** où l'on assiste à la disparition de l'appareil masticateur, des glandes digestives et même du tube digestif en entier. L'**appareil circulatoire** est très souvent absent, chaque cellule du corps du parasite se nourrissant pour son propre compte à partir des produits nutritifs de l'hôte. L'**appareil respiratoire** disparaît lui aussi très souvent, et beaucoup de parasites se comportent comme des êtres anaérobies.

La dégradation des structures anatomiques est telle, que parfois tous les caractères de l'embranchement ou de la classe disparaissent, rendant difficile la détermination de la position systématique du parasite ; par contre, les éléments reproducteurs et les larves ne sont pas atteints par cette régression.

Les animaux parasites présentent souvent des **dispositions anatomiques** intéressantes, par exemple des organes particuliers permettant leur **fixation** à l'extérieur ou à l'intérieur de l'hôte; grâce à ces organes spéciaux, ils résistent à des mouvements violents de l'hôte (parasites externes) ou à des mouvements internes (courants sanguins, péristaltisme, etc...). Chez les Vers plats parasites **(Cestodes, Trématodes),** existent très fréquemment des **ventouses** et des **crochets ;** chez les Puces, les Poux, parasites externes, ce sont des **griffes** et des **peignes épineux** qui assurent la fixation.

b) On observe aussi chez les formes parasites un grand **développement de l'appareil reproducteur** et la production d'une quantité considérable d'œufs. La fonction de reproduction se perfectionne encore par un hermaphrodisme fréquent, et même assez souvent par une reproduction asexuée active. Ce développement de la fonction de reproduction est en rapport avec la complexité du cycle de vie des animaux parasites, cycle qui, pour s'accomplir, doit se dérouler, parfois, dans deux ou plusieurs hôtes successifs (voir Ténias) ; aussi, pour une larve ou un jeune parasite, les chances de boucler le cycle complet sont-elles faibles et la mortalité très élevée ; pour compenser ces pertes énormes, l'appareil génital produit un nombre prodigieux de cellules reproductrices.

3° RELATION ENTRE LE PARASITE ET SON HOTE

a) **Spécificité stricte et spécificité relative.** A l'état de cysticerque, le Ver solitaire **(Ténia solium)** ne se rencontre que chez le Porc ; le cysticerque du **Ténia inerme** ne se rencontre, lui, que chez le Bœuf ; le premier est un parasite strict du Porc, le second est un parasite strict du Bœuf.

Par contre, le **Ténia échinocoque** peut, à l'état adulte, être hébergé par le Chien, le Loup, et à l'état de larve (cysticerque) par l'Homme et par de nombreux Mammifères. Ce Ver parasite, à plusieurs hôtes possibles, est un cas de spécificité relative.

L'Ascaris lumbricoïdes ne se rencontre que chez l'Homme ; c'est un parasite strict. L'**ascaris vitulorum** ne se rencontre que chez le Bœuf ; c'est aussi un parasite strict. Par contre, l'**Ascaris megalocephala** peut se rencontrer chez le Cheval et l'Ane. Sa spécificité est plus relative. Cette spécificité stricte ou relative est liée à des propriétés particulières des parasites intestinaux leur permettant de résister aux diastases digestives de leur ou de leurs hôtes, alors qu'ils seraient digérés dans le tube digestif d'autres animaux.

b) **Action du parasite sur l'hôte.** Les parasites sont plus ou moins bien supportés par leur hôte ; alors que certains Vers parasites sont inoffensifs, d'autres peuvent causer des troubles graves, même mortels (voir chapitres sur les Ténias et les Ascarides).

Le parasite exerce sur son hôte une **action spoliatrice,** puisqu'il utilise une quantité parfois très abondante de substances nutritives, perte qui n'est pas toujours compensée par une alimentation supplémentaire.

Le parasite a parfois une **action toxique ;** c'est le cas, en particulier, des Vers intestinaux qui peuvent causer chez l'enfant, par intoxication, des troubles nerveux assez graves.

Parfois, l'action du parasite peut être plus importante encore. Le Crabe commun **(Carcinus mænas)** est souvent parasité par un autre Crustacé, la **Sacculine.** Ce parasite, visible extérieurement sous l'abdomen du Crabe (Planche I), a l'aspect d'un sac arrondi, jaunâtre ou violacé ; ce sac se prolonge dans le corps de l'hôte en un fin réseau de filaments. Le parasite est tellement dégradé, qu'il est impossible à première vue de reconnaître un Crustacé : la Sacculine externe n'est qu'un simple sac constitué essentiellement par un ovaire. Seule l'étude de la larve, qui est restée semblable à celle des animaux non parasites du même groupe, montre qu'il s'agit bien d'un Crustacé inférieur.

Chez les Crabes femelles porteurs de Sacculines, l'abdomen n'est pas modifié, mais chez le Crabe mâle parasité, la forme se modifie et prend à tel point celle de l'abdomen de la femelle, que la reconnaissance du sexe de l'animal est impossible ; de plus, le mâle devient stérile. Le parasite a donc ici une **action stérilisante (castration parasitaire)** et une action sur la forme du corps **(action morphologique).**

CONCLUSION. - Vous vous trouverez fréquemment, au cours de l'étude d'un animal, en présence de parasites. Certains animaux, par exemple la Souris, la Grenouille, le Pigeon, possèdent des parasites appartenant à des groupes différents, à tel point qu'on a pu dire qu'ils constituaient eux-mêmes un « milieu biologique ».

29

LES ANIMAUX ET L'HOMME

LE VER A SOIE ET SON ÉLEVAGE



FIG. 307. *Ver à soie sur un rameau de Mûrier.*

1° INTRODUCTION

L'élevage des vers à soie se pratique depuis les temps les plus reculés ; l'utilisation de la soie des cocons remonte, paraît-il, à l'impératrice chinoise SI LING CHI, qui vivait 2 700 ans avant notre ère... L'élevage du ver à soie ne fut introduit en France que 4 000 ans plus tard ; il se localisa en Provence, au Languedoc et dans le Dauphiné.

Les plus anciens documents retrouvés sur la sériciculture dans notre pays se rapportent à la ville d'Anduze (Gard). Dès 1234, on expédiait de Marseille des ouvrages de soie provenant des Cévennes. Sous Charles IX, un simple jardinier, François Le Traucat, fit beaucoup pour la vulgarisation des Mûriers, grâce aux importantes pépinières qu'il établit aux environs de Nîmes, un peu après 1560. Il planta, affirme-t-on, plus de 4 millions de pieds de Mûriers dans le Midi de la France, en particulier dans le Gard.

Mais c'est surtout sous le règne d'Henri IV que la sériciculture prit en France une importance considérable. Sur les conseils d'Olivier de Serres, Henri IV fit établir, en 1601, d'importantes pépinières aux Tuileries, où 15 à 20 000 arbres furent plantés. La noblesse et le clergé, suivant l'exemple du roi, firent planter des mûriers sur leurs terres.

Vers 1660, Colbert, ministre de Louis XIV, donna un nouvel essor à la sériciculture, et des pépinières de Mûriers furent établies dans plusieurs provinces françaises.

La sériciculture atteignit son apogée en France vers le milieu du XIXe siècle. L'élevage était alors pratiqué dans 63 départements avec une production annuelle de 26 millions de kilogrammes de cocons. Mais à partir de 1856, il y eut diminution de cette production par suite du développement de la **pébrine**, maladie qui causa des ravages considérables dans les élevages de vers à soie. Cependant, les travaux de Pasteur permirent de lutter efficacement contre cette maladie. En 1869, l'ouverture du canal de Suez amena une concurrence redoutable des produits d'Extrême-Orient ; beaucoup de méridionaux, découragés par la baisse des prix, abandonnèrent cette industrie et se tournèrent vers des cultures plus rémunératrices, en particulier celle de la vigne. Enfin, en 1889, apparut le fil de cellulose qui, bien moins cher, concurrença le fil de soie naturelle.

Donc, la pébrine, la concurrence orientale, la concurrence de la soie artificielle, sont les causes du déclin de la sériciculture en France. Quelle est la situation actuelle ?

La pébrine a été jugulée, et si le ver à soie est sujet à des maladies assez graves dues à des virus, on peut l'en préserver par des élevages rationnels. Les rendements sont plus élevés : au lieu de 20 à 30 kilogrammes de cocons que l'on obtenait par once (25 grammes) d'œufs, on obtient actuellement 80 kilogrammes de cocons. Quant à la soie artificielle (rayonne), au nylon, et aux différents fils artificiels, ils ne concurrencent pas la soie naturelle dans tous les domaines : celle-ci demeure le tissu de luxe par excellence.

Voici, à titre documentaire, d'après des statistiques récentes, quelques chiffres de la production mondiale de cocons :

— 1930 : 800 millions de kg de cocons.
— 1945 : 200 » » »
— 1957 : 280 » » »
— Prévisions pour 1960 : 430 millions, chiffre comparable à celui de 1938.

Malgré cet accroissement des chiffres mondiaux, le développement de la sériciculture en France est arrêté par la diminution progressive du nombre des Mûriers :

— En 1929 : 2 500 000 Mûriers en France.
— En 1940 : 1 300 000 à peine, soit une diminution d'environ 50 %.

Aussi, l'avenir de la sériciculture française dépend-il essentiellement de la reconstitution des mûraies et de leur exploitation rationnelle.

Du point de vue biologique, le ver à soie est intéressant à étudier. Son élevage est facile à réaliser dans les laboratoires. L'époque de cet élevage dépend des conditions de végétation du Mûrier qui sont les suivantes selon les régions :

	Pousse des feuilles	Arrêt de la végétation
Paris	1er mai	1er octobre
Vivarais	25 avril	15 octobre
Midi de la France ...	15 au 20 avril	25 octobre

2° ÉTUDE ANATOMIQUE DU VER A SOIE

Le « ver » à soie est la forme larvaire (chenille) d'un papillon dont le nom scientifique est Bombyx du Mûrier. Ce n'est donc pas un ver. Le Bombyx appartient à la famille des Bombycidés qui sont des Lépidoptères nocturnes, l'ordre des Lépidoptères appartenant comme nous l'avons vu à la classe des Insectes. Dans les élevages du Midi de la France, on le désigne souvent sous le nom de **magnan**, ce qui signifie mangeur, d'où le nom de **magnaneries** donné aux locaux où l'on pratique son élevage.

Anatomie externe Cette étude sera réalisée sur des vers arrivés à leur complet développement (fig. 307). Comme chez toutes les chenilles, le corps, d'un blanc jaunâtre, est allongé, cylindrique, presque mou (revêtement chitineux très mince), divisé en

anneaux. Cet aspect lui a valu le nom de « ver » que nous continuerons à employer puisque c'est le terme technique des éleveurs. Cette larve présente trois parties distinctes : la tête, le thorax et l'abdomen (fig. 310).

a) **La tête,** de forme globuleuse, est petite par rapport au reste du corps ; elle porte des organes des sens : six paires d'yeux simples, ou **ocelles,** et une paire de courtes **antennes.** L'**appareil buccal** (fig. 308) comprend une lèvre supérieure peu développée, une paire de mandibules coupantes et dentées, une paire de mâchoires munies de palpes maxillaires, enfin une lèvre inférieure avec des palpes labiaux réduits. Sous la bouche, on observe un orifice, la **filière** par laquelle sort le fil de soie.

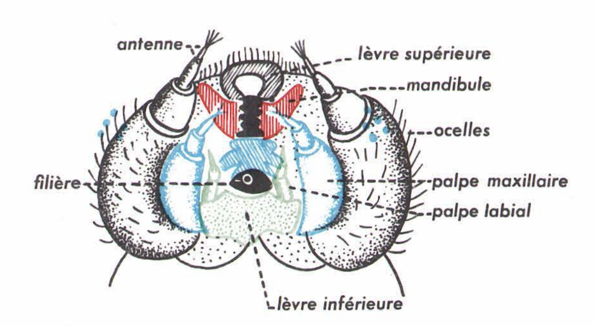


Fig. 308. - *Appareil buccal du Ver à soie.*

b) **Le thorax** forme une sorte de gibbosité ; il est plissé et comprend trois anneaux bien distincts les uns des autres, portant chacun sur leur face ventrale une paire d'appendices courts terminés par une griffe pointue. Ces appendices servent à tenir la feuille de mûrier pendant la mastication ; on les désigne, en raison de leur place, sous le nom de **vraies pattes** malgré leur rôle locomoteur discutable. Le premier anneau thoracique est pourvu d'une paire de **stigmates.**

c) **L'abdomen** comprend neuf anneaux possédant chacun une paire de **stigmates** latéraux. Les anneaux 3, 4, 5, 6 et 9 sont pourvus ventralement, chacun, d'une paire de prolongements membraneux terminés par une partie aplatie en ventouse ; ces organes, qui servent à la locomotion (arpentage), n'ont pas la valeur d'appendices véritables et sont appelés **fausses-pattes.** L'avant-dernier anneau porte dorsalement un prolongement, l'**éperon.**

Dissection et anatomie interne *(fig. 309)*

On fixe le ver à soie chloroformé dans une cuvette à dissection et, après l'avoir recouvert d'eau, on pratique dorsalement une incision longitudinale de la peau ; celle-ci est rabattue de chaque côté. On observe alors les différents organes.

a) **L'appareil circulatoire.** Tous les organes du ver à soie baignent dans un liquide sanguin incolore ou légèrement jaunâtre, parfois verdâtre, suivant les races. La circulation est assurée par un **vaisseau sanguin dorsal** présentant des renflements, ou **cœurs contractiles,** actionnés par des muscles. Grâce aux contractions de ces poches, le sang circule d'arrière en avant, et, au voisinage de la tête, tombe dans des cavités où baignent les organes **(circulation lacunaire).** Le sang retourne dans le vaisseau dorsal et y pénètre en traversant la paroi très fine.

b) **Le système musculaire.** Sous la peau et sous le vaisseau sanguin dorsal, on peut observer un très riche réseau de muscles striés longitudinaux et obliques qui permettent, grâce à leurs contractions, le déplacement du ver par reptation ou par arpentage.

c) **L'appareil digestif et l'appareil excréteur.** Après avoir enlevé le vaisseau dorsal et le réseau de fibres musculaires, on dégage l'appareil digestif. Il est rectiligne et possède un œsophage, un estomac, un intestin terminé par le rectum ; comme chez tous les Insectes, des **tubes de Malpighi,** longs, sinueux et grêles, constituent l'appareil excréteur ; ils débouchent au début de l'intestin.

d) **Les glandes de la soie.** Elles forment deux longs tubes sinueux situés de chaque côté du tube digestif. La partie postérieure du tube est la **partie sécrétrice,** la partie moyenne est renflée en un **réservoir,** et la partie antérieure, la plus fine, forme le **tube excréteur.** Les deux tubes excréteurs se réunissent au niveau de la tête en un canal unique où les deux fils de soie s'accolent, toutefois sans se fusionner, pour former un seul fil ; celui-ci sort par la **filière,** orifice situé sur un petit mamelon au-dessus de la lèvre inférieure.

e) **L'appareil respiratoire.** Les organes sont entourés par des **trachées** ramifiées qui partent des **stigmates latéraux** disposés par paires sur le premier anneau thoracique et les anneaux abdominaux. Ces stigmates ne servent qu'à l'entrée de l'air qui apporte l'oxygène ; le gaz carbonique, lui, est expulsé à travers la peau.

f) **Le système nerveux.** On peut observer le système nerveux après avoir enlevé le tube digestif ; il est constitué par une double chaîne nerveuse ganglionnaire comprenant quinze paires de ganglions.

3° BIOLOGIE DU VER A SOIE

La chenille La chenille du Bombyx du Mûrier naît d'un œuf appelé « graine » par les éleveurs, en raison de sa ressemblance avec certaines graines végétales. Cet œuf a un diamètre d'environ un millimètre et, suivant les races, on en compte de 1 200 à 2 000 au gramme. L'unité de poids utilisée par les éleveurs est l'once (environ 25 g).

A sa naissance, la chenille, qui est minuscule, doit cependant se nourrir immédiatement. Son développement durera 35 jours environ, et pendant ce temps sa croissance sera telle, que son poids augmentera dans la proportion de un à 10 000 ; cette croissance impressionnante exige une nourriture abondante pendant toute la durée du développement. Pendant ce dernier, elle subit **quatre mues** (fig. 310) ; chaque mue dure de 24 à 48 heures, selon la température. Quand un ver à soie entre en mue, son appétit diminue, ses mouvements se ralentissent, sa peau se distend et devient transparente. Puis la larve s'immobilise et cesse de se nourrir ; sa peau se dessèche et se fend en arrière de la tête. Enfin, la chenille se dégage de cette dépouille et forme une nouvelle peau. Chaque mue est une période critique dans la vie du ver à soie et la mortalité y est plus élevée qu'entre les mues. Aussi les éleveurs appellent-ils « maladie » cette période de la vie larvaire.

Après la quatrième mue, l'appétit du ver à soie augmente considérablement ; la chenille atteint alors sa plus grande taille. Le tableau suivant résume le développement du ver à soie.

	AGE	DURÉE	TAILLE
Éclosion → 1re mue	1er âge	5 jours	1 cm
1re mue → 2e mue	2e âge	5 jours	1,5 cm
2e mue → 3e mue	3e âge	7 jours	2,5 cm
3e mue → 4e mue	4e âge	8 jours	4 cm
4e mue → cocon	5e âge	10 jours	10 cm

Formation du cocon Une fois sa taille définitive atteinte, le ver du 5e âge s'arrête de manger, vide son tube digestif, et cherche à grimper. Son corps devient diaphane, jaune ambré ou blanc laiteux selon la race. L'éleveur installe alors des rameaux

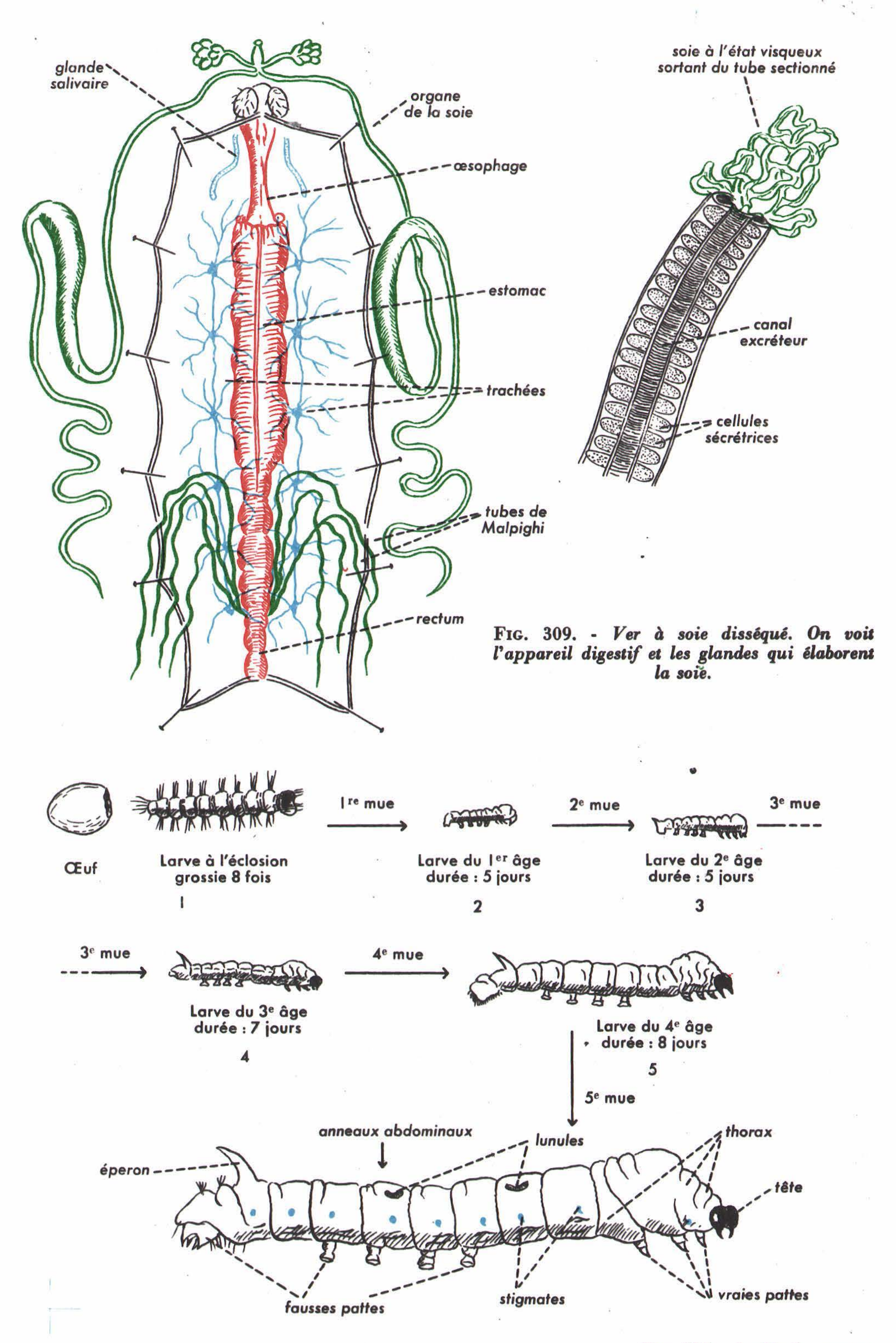


FIG. 309. - *Ver à soie disséqué. On voit l'appareil digestif et les glandes qui élaborent la soie.*

FIG. 310. - *Le développement du Ver à soie.*

de Bruyère sur lesquels le ver montera : c'est **« la montée à la Bruyère ».** Le ver à soie grimpe le long d'un rameau (fig. 311), s'arrête dès qu'il a trouvé un endroit convenable et commence à sécréter son fil de soie ; celui-ci, sortant humide de la filière, se colle facilement au rameau. Au fur et à mesure de la sécrétion, la chenille déplace la tête de telle façon qu'elle s'enferme progressivement dans une cage de soie. Peu à peu, la forme du cocon se précise, la paroi devient opaque, et le travail de l'animal n'est plus visible.

Étude du cocon Le cocon (fig. 312) se compose de **deux enveloppes :** l'extérieure, appelée « blaze », forme un tissu très lâche ; l'autre, intérieure, forme un tissu très serré. La première donne une soie que l'on ne peut pas carder et qui est utilisée sous le nom de schappe ; la seconde donne par dévidage un **fil de soie ininterrompu** dont la longueur peut atteindre 1 200 mètres. La couleur du cocon varie suivant les races (blanc, jaune doré, vert, rose).

La chrysalide A l'intérieur de son cocon, la chenille va se transformer en **chrysalide** (fig. 312) ; elle se raccourcit, change de forme et subit une 5e mue qui fait apparaître un organisme de forme bien différente : le corps est immobile et comme emmailloté dans une peau chitineuse plus dure, de couleur brun doré, qui laisse distinguer la tête, le thorax avec les pattes et les ailes, l'abdomen.

A l'intérieur de cette chrysalide se produit la **nymphose,** au cours de laquelle tous les tissus de la larve subissent des phénomènes de destruction suivis de phénomènes d'édification. Au cours de ces derniers, les organes définitifs de l'Insecte adulte sont élaborés à partir de groupes de cellules qui ont échappé à la destruction et qui, chez la larve, étaient restés à l'état embryonnaire, formant les **disques imaginaux.**

Au bout de 10 à 21 jours, suivant la race et suivant la température, la nymphose est achevée et l'Insecte adulte s'est édifié à l'intérieur du cocon.

L'Insecte adulte Dans le cocon, la peau de la chrysalide se fend sur le dos ; de cette dernière mue sort l'Insecte adulte, le Papillon. Des travaux récents ont montré que chez le ver à soie, comme chez d'autres Insectes, les métamorphoses sont provoquées par des substances chimiques, appelées **hormones,** que produisent des glandes spéciales situées dans le premier anneau du thorax.

A sa sortie du cocon, le Papillon étale ses ailes ; ces dernières, assez bien développées, sont recouvertes d'écailles microscopiques, ce qui est caractéristique de l'ordre des Lépidoptères (Papillons). Au repos, les ailes sont étalées comme chez les Papillons nocturnes. Le Bombyx du Mûrier est de couleur terne, d'un blanc jaunâtre ; son corps est lourd, et il est incapable de voler (fig. 313). Les antennes, plumeuses, sont plus développées chez le mâle que chez la femelle ; par contre, l'abdomen de cette dernière est beaucoup plus volumineux (dimorphisme sexuel). Les pièces buccales ne sont pas développées comme chez la larve, et le tube digestif lui-même est très simplifié, l'estomac, en particulier, étant très réduit. La vie du Papillon est d'ailleurs très courte. Dès la sortie du cocon, l'accouplement a lieu. La femelle fécondée pond 500 œufs en moyenne. Les Papillons meurent quelques jours après la ponte. De la sortie de l'œuf à la mort du Papillon il s'est écoulé un peu moins de 80 jours.

4o ÉLEVAGE DU VER A SOIE

L'élevage de quelques vers à soie dans un laboratoire est chose facile. En effet, lorsque les vers à soie sont peu nombreux, ils sont doués d'une grande robustesse ; au contraire, lorsqu'ils sont très nombreux, la mortalité est plus élevée et il faut appliquer des mesures hygiéniques strictes pour éviter les maladies. Les éleveurs, qui recherchent un rendement élevé et une production de soie de qualité, opèrent sur des races sélectionnées.

Conditions biologiques de l'élevage a) **Choix de la « graine ».** La « graine » saine a une couleur gris cendré tirant sur celle du plomb ; si la « graine » est blanchâtre, c'est qu'elle a été altérée par la chaleur, et celle qui présente une

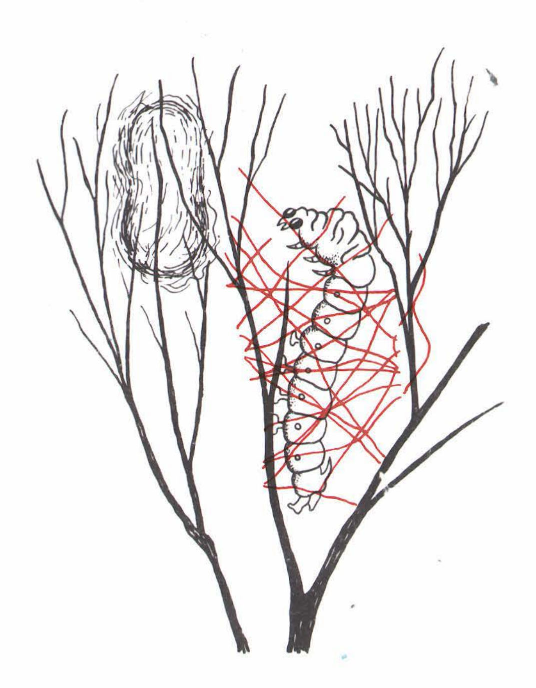


FIG. 311. - *Ver commençant à filer son cocon sur des rameaux de Bruyère.*



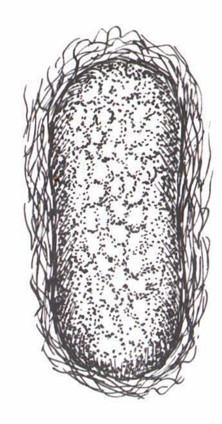
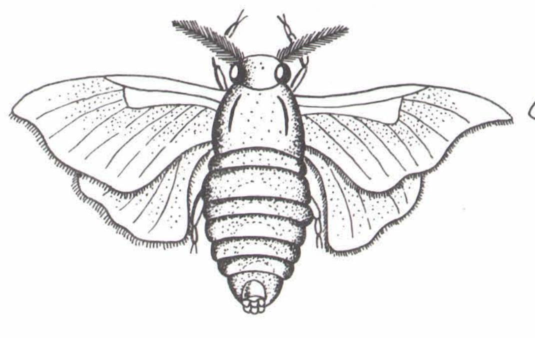


FIG. 312. - *Bombyx du Mûrier. A gauche : chrysalide, face ventrale ; à droite : cocon.*



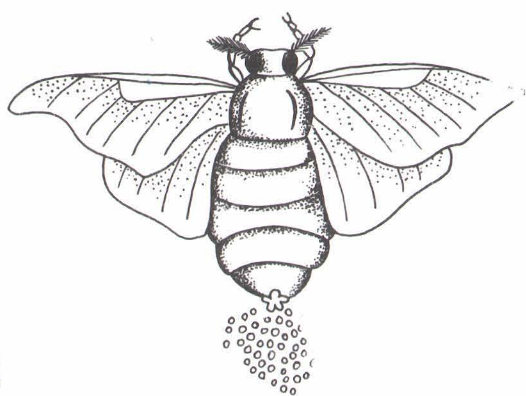


FIG. 313. - *Bombyx du Mûrier. A gauche : le mâle ; à droite : femelle pondant ses œufs. Remarquer le dimorphisme sexuel.*

couleur jonquille est frappée de stérilité. Dans les magnaneries les é[illegible]ilisent que des œufs provenant d'établissements spécialisés dans la sélection des [illegible]raines ».

b) **Incubation.** Pour réaliser une bonne incubation permettant d'obtenir des vers robustes, il faut :

— Une chaleur douce s'élevant régulièrement de 1 à 2° par jour jusqu'à 23° sans variation brusque de température.
— Une aération convenable des locaux assurant un renouvellement continu de l'air, la respiration des œufs en incubation étant très active.
— Un degré hygrométrique suffisant : une légère humidité est nécessaire aux œufs en incubation.

Les grands centres de sériciculture sont équipés de chambres d'incubation où sont réunies les conditions les plus favorables. La durée de l'incubation est en général d'une quinzaine de jours.

c) **Éclosion.** L'approche de l'éclosion est annoncée par un changement de coloration des œufs qui deviennent blanchâtres ; l'éclosion des œufs s'étend sur trois ou quatre jours ; elle a lieu généralement le matin jusqu'à onze heures.

On appelle levée, l'opération au cours de laquelle les vers éclos sont enlevés. Pour effectuer ce travail, on place sur les œufs un morceau de tulle sur lequel on a déposé de jeunes feuilles de Mûrier très fraîches et coupées en fines lanières ; les chenilles passent à travers les mailles du tulle et vont sur les feuilles qui, une fois garnies de vers, sont enlevées et placées sur des claies.

d) **Espacement des vers.** Les vers doivent disposer d'un espace suffisant pour pouvoir se nourrir, respirer, et aussi évaporer une importante quantité d'eau par la peau ; s'ils sont trop serrés, leur développement se fait mal et ils résistent moins bien aux maladies. Pour une once (25 g) d'œufs, l'espace doit être :

Pour les Vers	du	1er âge	de	5 m²
»	»	2e	»	10 »
»	»	3e	»	20 »
»	»	4e	»	40 »
»	»	5e	»	60 »

e) **Le délitage** est une opération de nettoyage qui consiste à enlever les débris de feuilles, les déjections des vers à soie, et aussi les cadavres. Le délitage, indispensable pour éviter les fermentations et la propagation des maladies contagieuses, doit se faire avant et après les mues. On place sur un filet, un grillage ou un papier perforé, des feuilles de Mûrier fraîches ; l'ensemble est posé sur les élevages. Les vers, attirés par les feuilles, quittent leur litière que l'on peut alors nettoyer facilement.

f) **La nourriture.** La feuille de Mûrier est la seule nourriture qui convienne parfaitement aux vers à soie ; tous les autres végétaux expérimentés, Laitue, Scorsonère (Salsifis), n'ont donné que des résultats médiocres. Les feuilles de Mûrier sont distribuées quatre fois par jour à des heures régulières.

On estime que pour nourrir les vers provenant de 25 g d'œufs (40 000 œufs environ) pendant les 32 à 35 jours que dure l'élevage, il faut environ 1 000 kilos (1 tonne) de feuilles :

— 60 kilos pour les 15 premiers jours (1er, 2e et 3e âge).
— 150 kilos pour les 7 jours suivants (4e âge).
— 790 kilos pour les 10 derniers jours (5e âge).

A l'éclosion le poids du ver varie d'un demi à un milligramme ; à la fin de sa vie, il est de 6 à 8 g. Donc, en 35 jours, le ver multiplie son poids de 8 000 à 10 000 fois. Chaque ver aura absorbé 25 g de feuilles environ. Le rendement de la nutrition est donc de :

$$\frac{8 \text{ (poids du ver)}}{25 \text{ (quantité de nourriture absorbée)}} = \frac{1}{3}$$

A titre indicatif, voici quelle est la composition de la feuille de Mûrier :

Eau	63 %
Matière minérales	4,6 »
Protides	6,8 »
Lipides	4 »
Glucides (en particulier cellulose)	21,5 »

Les feuilles de Mûrier sont cueillies l'après-midi pour être distribuées le lendemain. On ne doit jamais donner des feuilles humides ou souillées par des poussières. Pendant les mues, la distribution est arrêtée.

g) **La montée à la Bruyère.** Comme nous l'avons vu, vers le huitième jour après la quatrième mue, l'appétit des vers diminue. L'éleveur place alors sur les élevages des rameaux de Bruyère, de Genêt ou d'Olivier; il les dispose en rangées, de façon à former des sortes de galeries appelées cabanes (d'où le nom d'encabanage donné à cette opération). Si la température est maintenue à 23°, la montée des vers sur les rameaux s'effectue en 48 heures. Pendant la formation du cocon, on s'efforce de maintenir la température à 23° ; une aération continue est indispensable. Le ver met alors 3 ou 4 jours pour finir son cocon, et il lui faut encore 3 jours pour se transformer en chrysalide. Pour la fabrication de la soie, on doit donc enlever les cocons 8 jours après la montée.

Action des facteurs physiques externes

a) **Action de la température.** Les vers à soie étant des animaux à température variable, leur métabolisme varie en fonction de la température. Pour la respiration, par exemple, une augmentation de 10° de la température extérieure double l'intensité des échanges respiratoires. Donc, dans la limite des températures compatibles avec la vie normale du ver à soie, plus la température est élevée, plus les fonctions du ver sont actives et plus son développement est rapide. Il semble que la température optima adoptée par les éleveurs varie entre 20 et 23° ; dans ces conditions la durée de l'élevage est de 30 à 35 jours. Au début de l'élevage (1er âge), la température optima est de 28 à 32°; on l'abaisse progressivement jusqu'à 23° pour le 5e âge. La température doit être maintenue régulière, car, comme nous l'avons déjà dit, les vers sont sensibles aux brusques variations de température.

b) **La lumière** est indispensable aux élevages ; en particulier, elle ralentit le développement des germes de maladies, ou même les détruit ; mais elle doit être indirecte ou tamisée, car les vers à soie supportent mal la lumière solaire directe.

c) **L'aération.** Nous avons vu que l'intensité respiratoire des vers à soie était élevée ; dans des pièces closes le gaz carbonique s'accumulerait rapidement et, d'autre part, l'atmosphère se saturerait en vapeur d'eau provenant de la dessiccation des feuilles de Mûrier et de la transpiration des vers. L'air doit donc se renouveler constamment. On estime à 100 mètres cubes environ, le volume d'une pièce destinée à l'élevage de 25 g d'œufs. La plupart du temps, la circulation de l'air sera assurée par l'ouverture des fenêtres, tout simplement.

Les maladies des vers à soie

a) **La pébrine.** Cette maladie se révèle extérieurement par de nombreuses taches brunes en grains de poivre sur la peau du ver, d'où le nom de pébrine (pèbre = poivre en provençal). La croissance de l'animal malade se fait mal. La pébrine est contagieuse et a causé de grands ravages dans les élevages avant les travaux de Pasteur. L'illustre savant prouva que la maladie était transmise par les germes que contiennent les excréments des vers malades. Le germe est un **Protozoaire parasite** appartenant à l'ordre des **Microsporidies** ; son nom est **Nosema bombycis.** Il se transmet par l'œuf à la génération suivante.

On lutte contre cette maladie à l'aide des mesures préventives trouvées par Pasteur. Les œufs et les animaux malades doivent être éliminés des élevages. Pasteur préconisa la méthode dite de grainage cellulaire : on isole dans des cases des couples de Papillons, ce qui permet de bien connaître l'origine des pontes ; les œufs sont alors examinés au microscope. Toutes les pontes contaminées sont brûlées.

Le Nosema bombycis se propage par des spores qui tombent sur les feuilles de Mûrier et sont avalées par les vers sains ; les spores éclosent dans le tube digestif du ver et se multiplient dans ses tissus. Si le ver à soie ne meurt pas, le Papillon qu'il produit pond des œufs contaminés.

b) **La flacherie.** Cette maladie a été également étudiée par Pasteur ; elle présente aussi un caractère épidémique et cause de grands dégâts dans les élevages. Les vers s'arrêtent de manger, restent allongés sur le bord des claies et succombent. La flacherie est due à des troubles intestinaux provenant de la fermentation des feuilles dans le tube digestif. Les matières contenues dans l'intestin sont alors envahies par de nombreuses **Bactéries** qui n'existent pas dans le tube digestif d'un ver sain. Tout ce qui peut gêner la digestion est donc une cause

de flacherie : excès d'humidité, manque d'aération, variations de température, mauvaise qualité de la feuille. Cette maladie atteint surtout les vers du 5e âge ; elle est très contagieuse. Les vers morts se décomposent rapidement, noircissent et dégagent une odeur caractéristique. On entrave la propagation de la maladie par les mesures suivantes :

— Les vers malades ou morts sont immédiatement enlevés et brûlés.
— On fait jeûner les vers pendant 24 heures.
— Les élevages et les locaux sont soigneusement nettoyés.
— La vitesse du développement est accélérée par élévation de la température et par la distribution d'une quantité abondante de feuilles fraîches mais bien sèches.

c) **La muscardine** est une maladie provoquée par un Champignon, le **Botrytis bassiana** qui, après avoir pénétré dans le corps du ver, se ramifie dans les tissus et dans le sang. Le ver malade prend une teinte rosée et ne tarde pas à mourir, se recouvrant souvent d'une moisissure blanchâtre. On arrête la maladie :

en brûlant les vers malades et les litières ;
en nettoyant les élevages ;
en combattant la trop grande humidité des locaux et en absorbant l'humidité de l'air par de la chaux vive ;
en brûlant au moment des repas de petites quantités de soufre, le gaz sulfureux produit agissant comme un antiseptique et détruisant les germes de Champignons.

d) **La grasserie** est produite par un **virus** et se manifeste chez les vers du 5e âge. La peau des vers malades devient luisante et laisse suinter un liquide trouble et gras (d'où le nom de la maladie) ; les vers périssent, soit avant de former leur cocon, soit dans celui-ci. Cette maladie, très contagieuse, est difficile à combattre. Elle peut être enrayée par les mesures suivantes :

— brûler les vers atteints ainsi que leur litière ;
— activer le développement du ver par une nourriture abondante.

5° INDUSTRIE DE LA SOIE NATURELLE

A partir du cocon jusqu'au fil de soie, l'industrie de la soie naturelle comprend quatre phases : la filature, le moulinage, la teinture et le tissage.

Dès leur arrivée à la filature, les cocons sont enfermés dans une étuve traversée par un courant d'air chaud à 80° qui tue la chrysalide ; ensuite, les cocons sont mis à macérer pendant quelques minutes dans de l'eau chaude, opération qui a pour but de ramollir la soie, ce qui permet de décoller facilement le fil. Comme ce fil est beaucoup trop fin, on dévide simultanément plusieurs cocons dont on unit les brins par une torsion légère. Le fil que l'on obtient a 1 000 à 1 200 mètres de long : c'est la **« soie grège »**.

La soie grège est rarement utilisée directement, car ses fils sont soudés par une substance appelée grés et qui est soluble dans l'eau, propriété qui empêcherait tout traitement du fil grège dont les filaments se sépareraient alors. On **mouline** donc la soie grège, c'est-à-dire que l'on assemble entre eux un certain nombre de fils en leur donnant une torsion convenable.

La **teinture** et le **tissage** sont des opérations industrielles très variées qui aboutissent à la formation des différents tissus de soie naturelle.

La principale propriété du fil de soie naturelle est sa **résistance à la rupture** qui atteint celle de l'acier : avec un fil de soie d'un millimètre carré de section, on peut soulever un poids de 45 kilogrammes, tandis qu'avec un fil de lin on soulèverait seulement 18 kg, 15 kg avec un fil de laine et 12 kg avec un fil de coton, toujours du même diamètre, bien entendu.

En outre, le fil de soie naturelle se caractérise par sa **grande légèreté.** Il brûle sans flamber en se recroquevillant et en dégageant une odeur de corne brûlée ; il laisse après combustion un résidu charbonneux. Au contraire, le fil de soie artificielle brûle comme du papier, rapidement et d'une flambée, avec une flamme vive, brillante et sans odeur.

Mais la soie naturelle demeure un produit cher, concurrencé dans de nombreux domaines par des produits artificiels, rayonne et nylon, dont le prix de revient est plus bas.



LES MOUSTIQUES, INSECTES NUISIBLES VECTEURS DE MALADIES CONTAGIEUSES

*Il existe en France plusieurs espèces de Moustiques ; certains vivent dans les bois, comme l'Anophèle plombé, l'Aède géniculé et l'Aède de Berland (1) ; d'autres vivent dans les agglomérations et même dans les maisons. Ces derniers, plus connus, sont le Moustique ordinaire, ou Culex pipiens, appelé aussi « Cousin domestique », l'Anophèle à ailes maculées et la Théobaldie annelée (1). Parmi ces espèces, il en est de très dangereuses car elles peuvent transmettre à l'homme des maladies graves. L'****Anophèle à ailes maculées**** est l'Insecte vecteur du ****paludisme ; le Cousin domestique**** peut transmettre la filariose et la dengue ; la ****Stégomie fasciée,**** Moustique des pays chauds, peut transmettre la ****fièvre jaune,**** maladie très grave actuellement localisée au Mexique et à certaines régions d'Afrique, mais qui, dans le passé, s'était développée en Europe et même en France. Plus récemment, les Moustiques ont joué un rôle actif dans la propagation du virus de la myxomatose du Lapin.*

Les Moustiques sont donc des animaux nuisibles qu'il faut détruire, non seulement parce qu'ils causent des piqûres désagréables, mais aussi et surtout parce qu'ils peuvent transmettre des maladies redoutables.

Les Moustiques sont des Insectes à métamorphoses complètes : les œufs donnent naissance à des larves aquatiques actives qui deviendront des nymphes mobiles avant de se transformer en Insectes parfaits.

1° ÉTUDE ANATOMIQUE DU COUSIN DOMESTIQUE (CULEX PIPIENS)

Étude de l'Insecte adulte

Anatomie externe (fig. 314 et 315). Le Moustique commun mesure environ 10 millimètres de long. Son corps, comme celui de tous les Insectes, se divise en trois parties : la tête, le thorax et l'abdomen.

— **La tête.** Chez le mâle, les antennes sont plumeuses et formées de 15 articles ; chez la femelle, elles ne sont pas plumeuses et

(1) Ces noms, donnés à titre indicatif, ne sont pas à retenir bien entendu.

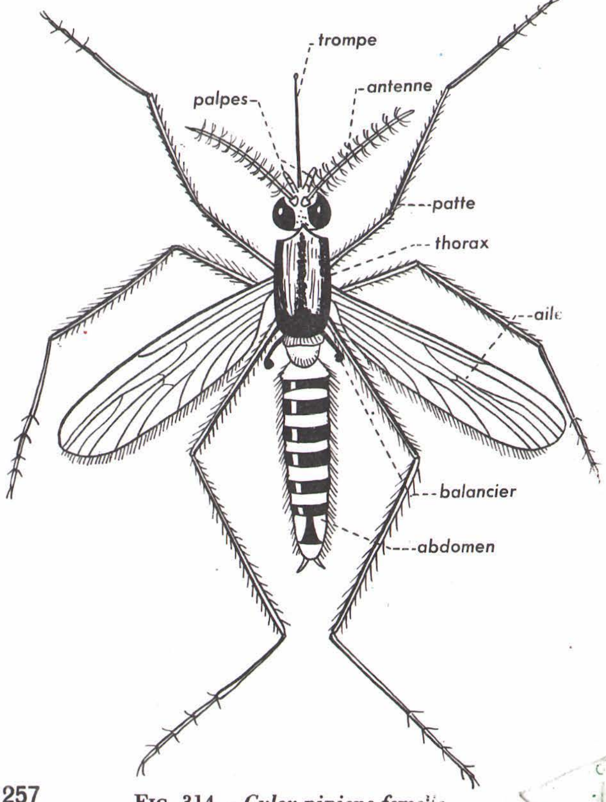


Fig. 314. - *Culex pipiens femelle. (Longueur réelle : 6 mm).*

ne comprennent que 14 articles pourvus seulement de courtes soies. Les yeux à facettes, volumineux par rapport à la tête, sont placés latéralement. L'appareil buccal est du type piqueur-suceur ; nous l'avons déjà étudié en détail (voir adaptation au régime alimentaire chez les Insectes).

— **Le thorax,** recouvert de poils allongés, comprend trois segments. Le second, qui est le plus développé, porte une paire d'ailes recouvertes de nombreuses écailles, et dont la nervation est assez simple ; sur cet anneau, on observe également une paire de cuillerons, petites écailles membraneuses, épaissies sur les bords, que l'on considère comme des dépendances des ailes. Le troisième segment, peu visible, ne possède pas d'ailes, mais est pourvu d'une paire de balanciers formés d'un pédicelle renflé à son extrémité. Cet organe, pourvu d'un riche réseau nerveux, paraît jouer un rôle sensoriel. Il est indispensable au vol : l'ablation d'un seul balancier rend celui-ci impossible.

Les trois paires de pattes, longues et grêles, sont terminées par un tarse à cinq articles dont le dernier porte deux griffes et une ventouse rudimentaire.

— **L'abdomen,** allongé, est formé de six segments bien visibles portant latéralement les stigmates respiratoires ; il se termine par quatre appendices courts, les cerques, protégeant l'anus et l'orifice génital. Chez la femelle, l'extrémité est tronquée.

***Étude de la larve** (fig. 316)* Les larves de Moustiques sont très abondantes, en été et en automne, dans les ruisseaux au cours très lent, dans l'eau des fossés, dans les mares. On les reconnaît facilement à l'œil nu ; elles sont vermiformes et se déplacent dans l'eau par des mouvements saccadés dûs à de brusques contractions de leur corps. Ces larves mangent sans arrêt des Algues et des animaux microscopiques.

Au microscope on distingue nettement une tête, un thorax et un abdomen. La **tête** est pourvue d'une paire de mandibules à pointes aiguës continuellement en activité, et d'organes sensoriels : antennes, soies, palpes. Le **thorax,** de forme trapue, est dépourvu d'appendices. L'**abdomen,** plus souple que le thorax, porte sur le 8e segment un siphon respiratoire, tube renfermant deux trachées et se terminant par une cupule non mouillable. Lorsque la larve va respirer, elle remonte vers la surface et, la tête en bas, fait affleurer son siphon. Elle replonge ensuite après avoir fermé l'extrémité du siphon qui possède cinq petites valves. L'abdomen se termine par des lames aplaties où se ramifient des vaisseaux sanguins et des trachées ; ces organes jouent le rôle de branchies et permettent une respiration aquatique partielle. Une touffe de longues soies forme un appareil natatoire. Donc, les larves respirent l'air atmosphérique et utilisent également l'oxygène dissous dans l'eau grâce aux branchies qui terminent l'abdomen. Au cours de leur vie, ces larves subissent trois mues et présentent donc quatre stades larvaires.

***Étude de la nymphe** (fig. 316)* Comme la larve, la nymphe est mobile et mène une vie entièrement aquatique. Son aspect est très différent de celui de la larve ; le corps, arqué et bossu, comprend une tête de petite taille soudée à un thorax volumineux qui porte deux courtes trompes respiratoires servant seules à la respiration. L'abdomen, légèrement replié sous le thorax, est aplati et pourvu à son extrémité de quatre palettes natatoires qui, en frappant l'eau, provoquent le déplacement rapide de la nymphe. La nymphe ne se nourrit pas et se transforme en adulte au bout de deux à cinq jours.

2° BIOLOGIE DU COUSIN DOMESTIQUE

Sensibilité a) **La vision** est réalisée uniquement par les deux yeux composés. Il ne semble pas que le Moustique soit attiré par la lumière comme on le croit généralement, et la fermeture des fenêtres avant l'éclairage des pièces pour éviter l'entrée des Moustiques dans les habitations paraît reposer sur des observations erronées. Les quelques Moustiques qui hivernent dans les habitations peuvent être attirés par les lampes car ils recherchent de la chaleur. L'observation montre que les Moustiques sont particulièrement

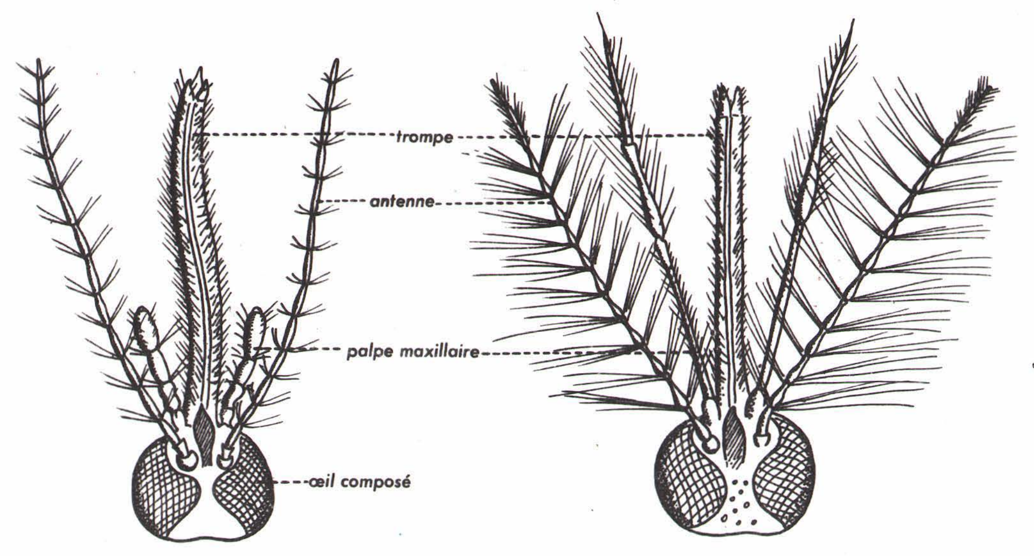


Fig. 315. - *Culex pipiens.*

A gauche : tête de la femelle. *A droite : tête du mâle.*

Fig. 316. - *Larve et nymphe de Culex pipiens.*

branchies
siphon respiratoire
anus
abdomen
tube digestif
thorax
tête
œil
antenne
pièces buccales
LARVE

siphons respiratoires
thorax
tête
œil
pièces buccales
abdomen
pattes
NYMPHE

attirés par les objets sombres : fourrures, vêtements noirs ; en Afrique ils piquent davantage les Noirs que les Blancs.

b) **L'odorat.** Certaines substances odorantes attirent les Moustiques : miel, sève, fruits en fermentation, par exemple ; d'autres, au contraire, les repoussent : essences de géranium, de citronnelle, de pyrèthre, de moutarde, et sont utilisées pour les éloigner. Il semble que dans les habitations les Moustiques soient attirés par l'odeur humaine plutôt que par la lumière.

c) **Audition.** Des expériences ont montré que les Moustiques réagissent aux sons, en particulier aux sons aigus. Des expériences plus précises encore ont permis de déterminer les fréquences les plus actives. L'organe de l'audition serait situé dans un renflement de la base des antennes.

D'autre part, chacun sait qu'au cours de son vol le Moustique produit un bruit très désagréable. Ce son proviendrait de la vibration d'une membrane tendue dans une petite cavité située sous les stigmates thoraciques.

Tous les organes des sens sont en relation avec un système nerveux formé, comme chez les autres Insectes, par une double chaîne ganglionnaire ventrale, qu'un collier œsophagien relie à une paire de ganglions cérébroïdes.

Locomotion Au repos, le corps de l'Insecte est parallèle à la surface sur laquelle il s'est posé. Ses longues pattes rendent sa démarche très lente, et son déplacement est toujours limité. Le vol est lent, irrégulier, en zigzags, et généralement de courte durée. Les ailes se meuvent de telle façon que leur extrémité décrit une ligne en forme de 8, avec une fréquence de 5 à 20 mouvements à la seconde ; la vitesse de l'animal ne dépasse pas 50 centimètres à la seconde. Le Moustique est donc un Insecte qui vole mal ; cependant, le vent contribue à sa dispersion et peut l'entraîner à des distances considérables dépassant parfois 50 kilomètres. Aussi le Moustique est-il très sensible au vent, et dès que celui-ci commence à souffler, il s'abrite sous des touffes d'herbe ou dans des arbustes. Le vol est indispensable aux Moustiques : c'est lui qui permet la recherche de l'animal ou de l'homme dont les femelles sucent le sang ; le vol permet également l'accouplement que précède un vol particulier appelé « danse nuptiale ». Enfin, le vol conduira la femelle jusqu'au point d'eau nécessaire à la ponte.

Nutrition (fig. 317) Nous savons que seules les femelles piquent ; elles sucent le sang de l'Homme et de différents animaux (Mammifères, Oiseaux, Reptiles, Batraciens). Les mâles se nourrissent de sucs végétaux, de liquides organiques, de substances en décomposition.

Pour piquer, la femelle appuie sa trompe sur la peau ; la gaine de la trompe, grâce à sa souplesse, se courbe sous la poussée, et les stylets vulnérants qu'elle contient s'enfoncent dans la peau. La salive urticante produite par une **paire de glandes salivaires** est injectée dans les tissus de l'animal, puis un **appareil de succion,** situé dans la tête du Moustique, aspire le sang ; ce dernier passe ensuite dans l'œsophage d'où partent trois poches, le jabot principal et les deux jabots accessoires, dans lesquelles le sang s'accumule. A la suite de l'œsophage se trouve l'estomac, séparé de l'intestin par un étranglement où débouchent les tubes de Malpighi.

Circulation L'appareil circulatoire est semblable à celui que nous avons déjà étudié chez les autres Insectes.

Respiration La respiration est assurée par deux troncs trachéens situés latéralement par rapport au tube digestif. Ils communiquent avec l'extérieur par des trachées souvent dilatées en sacs à air ; ces trachées s'ouvrent à l'extérieur par des stigmates situés sur le 1er et le 3e anneaux thoraciques et sur les anneaux abdominaux.

Excrétion L'excrétion est réalisée, comme chez les autres Insectes, par les tubes de Malpighi.

Reproduction a) **L'accouplement** est précédé par des vols en groupes compacts effectués par les mâles (danse nuptiale).

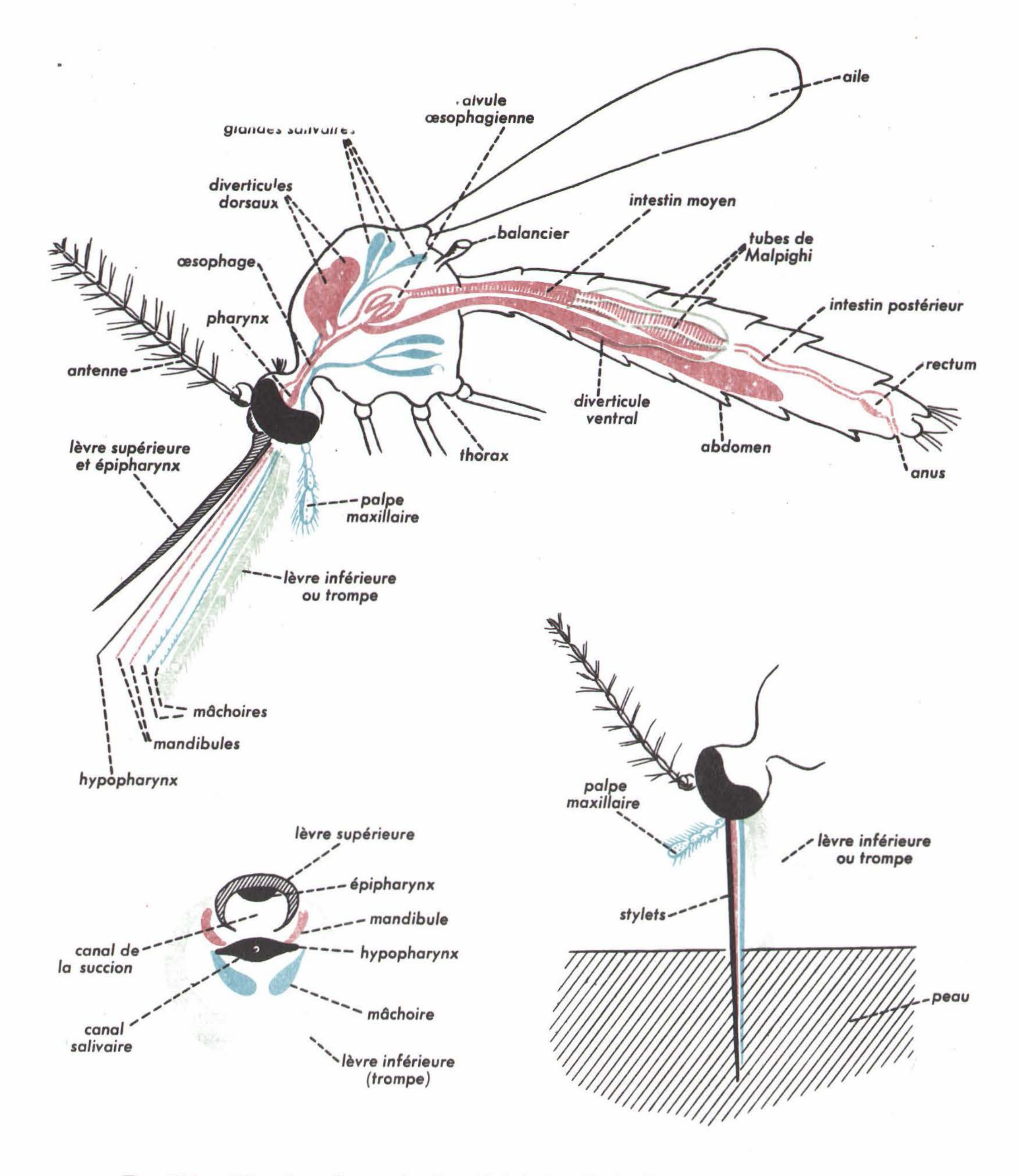


FIG. 317. - *Pièces buccales et tube digestif de la femelle du Culex ; ces organes permettent l'aspiration et la digestion du sang.*

b) **La ponte.** Après l'accouplement, la femelle s'envole et va à la recherche d'un lieu de ponte, c'est-à-dire d'une étendue d'eau calme. La ponte du Cousin domestique se fait dans l'eau, indifféremment dans une eau propre ou dans une eau souillée de matières organiques (purin, égouts etc...). Les œufs mesurent environ un millimètre de long ; ils sont elliptiques, protégés par une coque, et présentent des expansions latérales servant de flotteurs. Ils sont agglomérés entre eux ; l'ensemble forme une sorte de nacelle flottant à la surface de l'eau, et comprenant de 200 à 400 œufs (fig. 318).

c) **L'éclosion.** L'éclosion a lieu au bout d'un temps variable (une centaine d'heures après la ponte, en moyenne) suivant la température et la composition chimique de l'eau ; elle dure 24 heures pour l'ensemble des œufs d'une même nacelle. Pour sortir de l'œuf, la larve découpe un couvercle circulaire en se servant d'une pointe chitineuse située au milieu de la tête. La vie aquatique active commence alors. Après trois mues, elle se transforme en une nymphe mobile déjà étudiée ainsi que la larve. Au bout de deux à cinq jours, la nymphe demeure à la surface de l'eau ; sa cuticule se fend suivant une ligne dorsale longitudinale, et l'Insecte adulte se dégage progressivement de la dépouille nymphale. Le thorax sort d'abord, puis la tête, les ailes, les pattes, enfin l'abdomen. L'Insecte parfait reste un moment inerte, puis déplisse ses ailes et s'envole. Cet éclosion dure de 15 à 60 minutes.

Depuis l'œuf jusqu'à l'Insecte parfait, le développement complet demande environ six semaines. Si tous les descendants d'une femelle vivaient, à la quatrième génération le nombre de Moustiques serait approximativement d'un milliard d'Individus...

La femelle du Moustique commun peut vivre plusieurs mois, parfois 10 mois. Les femelles hivernantes (endroits abrités, maisons, etc...) donneront au printemps des œufs qui seront le point de départ des générations qui se succèderont pendant toute la belle saison.

3° LES PRINCIPALES ESPÈCES DE MOUSTIQUES DE NOTRE PAYS (1)

Les Moustiques sont répandus dans le monde entier : on en compte environ deux mille espèces. Dans notre pays on en rencontre 55. Les espèces les plus communes en France sont groupées en trois familles.

a) **La famille des Culicides** qui comprend :

— Le Moustique commun ou Culex pipiens, étudié plus haut.

— La Théobaldie annelée, qui se distingue du précédent par des pattes annelées de blanc et des ailes tachetées ; c'est aussi un Moustique des maisons, commun toute l'année.

Les Moustiques de cette famille peuvent transmettre des maladies, mais seulement dans les pays chauds, c'est-à-dire là où se trouvent des « réservoirs » de germes.

b) **La famille des Anophèlides** comprend des Moustiques connus sous le nom d'Anophèles ; les Anophèles se distinguent des Culex par les caractères suivants :

Chez l'adulte :

— Trompe beaucoup plus longue que la tête (fig. 319).

— Abdomen généralement dépourvu d'écailles.

— Position différente au repos : le Moustique commun tient son corps à peu près parallèle au support, tandis que l'Anophèle le tient obliquement, tête en bas et abdomen relevé (fig. 321).

Chez la larve :

— Absence de siphon respiratoire apparent ; celui-ci est remplacé par un orifice respiratoire situé sur la face dorsale du 8e segment abdominal (fig. 322).

— Les œufs sont ovales, avec une coque pourvue de flotteurs de forme caractéristique (fig 322) ; de plus, ils sont pondus isolément.

L'Anophèle aux ailes maculées (fig. 320) mesure de 5 à 7 millimètres de long ; le corps a une couleur jaune clair et les ailes présentent des taches. C'est la femelle qui transmet le

(1) Ces paragraphes ne sont pas destinés à être appris ; on les consultera simplement après avoir récolté des Moustiques au cours d'une étude du milieu.





Fig. 318. - *Ponte de Culex pipiens.*

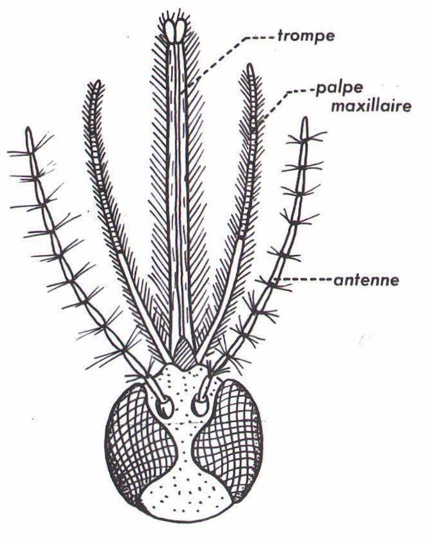
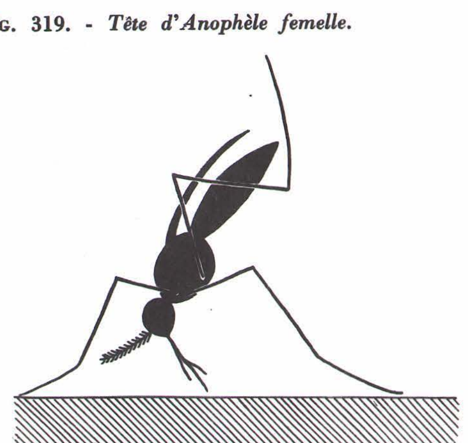
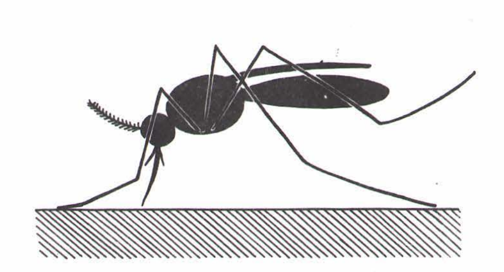


Fig. 319. - *Tête d'Anophèle femelle.*

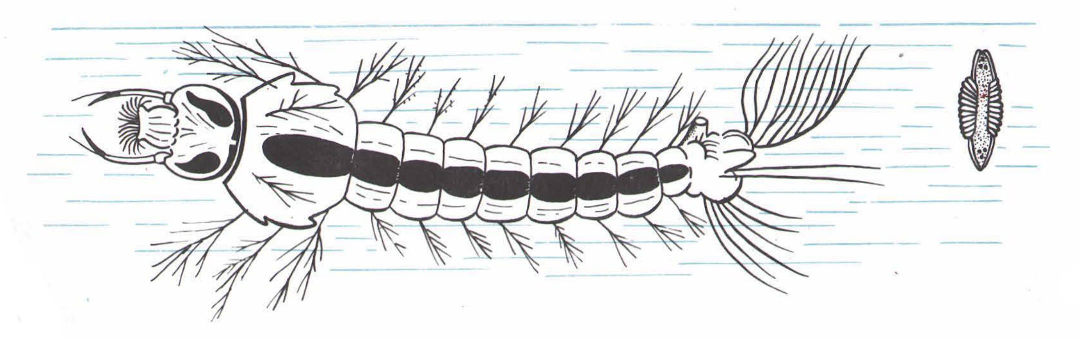
Fig. 320. - *Anophèle à ailes maculées (femelle).*





321. - *Position de repos de l'Anophèle à ailes maculées (à gauche) et de Culex pipiens (à droite).*

Fig. 322. - *Larve et œuf d'Anophèle.*



paludisme quand la température est suffisamment élevée et qu'un « réservoir de virus » existe dans la région.

L'Anophèle plombé a une couleur gris noir ; c'est un Insecte des bois et des forêts, assez commun, qui ne transmet pas de maladies contagieuses.

c) **La famille des Aèdides** comprend les Moustiques désignés sous le nom d'Aèdes. Ce sont des Moustiques de couleur foncée, couverts d'écailles blanches, brunes ou dorées, et dont les ailes sont dépourvues de taches. Ils vivent dans les forêts. La larve, d'aspect grisâtre, présente sur le 9[e] segment abdominal une sorte de quille chitineuse pourvue de longues soies lui permettant de se diriger dans l'eau ; elle se développe dans les eaux claires. Il existe cinq espèces d'Aèdes. C'est à la famille des Aèdides qu'appartient la Stégomie fasciée, Moustique tropical qui transmet la fièvre jaune.

4° ÉTUDE DES PRINCIPALES MALADIES TRANSMISES A L'HOMME PAR DES MOUSTIQUES

Le paludisme a) **Généralités.** Le paludisme est une maladie microbienne qui cause chaque année la mort d'un très grand nombre de personnes. Il y a quelques années, on fixait approximativement à un million le nombre de décès causés chaque année par le paludisme aux Indes seulement, et à trois millions le nombre de décès annuels dans le monde. Cette maladie rend certaines régions du globe difficilement habitables pour l'Homme blanc : une partie de l'Asie, une partie de la côte occidentale africaine, par exemple. Dans certains pays, le développement du paludisme a pu entraîner, jadis, une régression de l'économie et de l'industrie (Europe méridionale, Asie Mineure, Amérique septentrionale). On accuse même le paludisme d'être à l'origine de la décadence de certaines civilisations méditerranéennes.

b) **Cause de la maladie.** L'agent de cette maladie a été découvert en 1880 par le médecin français LAVERAN. C'est un Protozoaire, appelé **Plasmodium,** qui vit en parasite à l'intérieur des globules rouges. Un peu avant 1900, un biologiste italien, GRASSI, démontra que seul l'Anophèle peut transmettre le paludisme. En Europe, l'**Anophèle à ailes tachetées** est le seul responsable. L'Anophèle pique un individu déjà atteint de la maladie, puise le sang contenant les germes, et les injecte avec sa salive à une personne saine. Un seul Anophèle peut transmettre la maladie à une dizaine de personnes.

c) **Différentes formes de paludisme.** On distingue trois formes principales de paludisme ; toutes se caractérisent par des accès de fièvre élevée se produisant à des intervalles réguliers.

La fièvre tierce est causée par le **Plasmodium vivax.** Le nom de fièvre tierce lui a été donné, en raison de l'espacement des accès de fièvre qui se produisent le troisième jour, le cinquième jour, le septième jour, etc..., de la maladie. La fièvre remonte donc le troisième jour. C'est la forme de paludisme la plus répandue.

La fièvre quarte est provoquée par le **Plasmodium malariæ.** Le deuxième accès de fièvre se produit le quatrième jour de la maladie, et les accès se succèdent à intervalles de 72 heures. Cette forme de paludisme est assez bénigne.

La fièvre quotidienne a pour agent le **Plasmodium falciparum.** Cette forme grave de paludisme est caractérisée par un accès de fièvre journalier.

d) **Évolution du parasite.** L'évolution complète du parasite nécessite deux hôtes successifs : l'Homme et le Moustique (fig. 323).

Chez l'Homme, le Plasmodium vit à l'intérieur des globules rouges. Il se présente comme une petite amibe enfermée dans le globule ; ce parasite s'accroît en se nourrissant de l'hémoglobine. Quand il a atteint sa plus grande taille, il mesure environ 5 microns. Ce petit organisme se fragmente alors et forme de 8 à 16 germes, appelés **schizozoïtes,** qui sont disposés en couronne : ils forment le **« corps en rosette ».** A ce stade, les globules rouges parasités éclatent et les schizozoïtes mis en liberté dans le plasma pénètrent chacun dans un globule rouge sain, donnant naissance à autant de nouveaux Plasmodiums. Tous les globules rouges parasités éclatent en même temps, et l'accès de fièvre coïncide avec cet éclatement. On pense que des produits toxiques seraient libérés dans le sang.

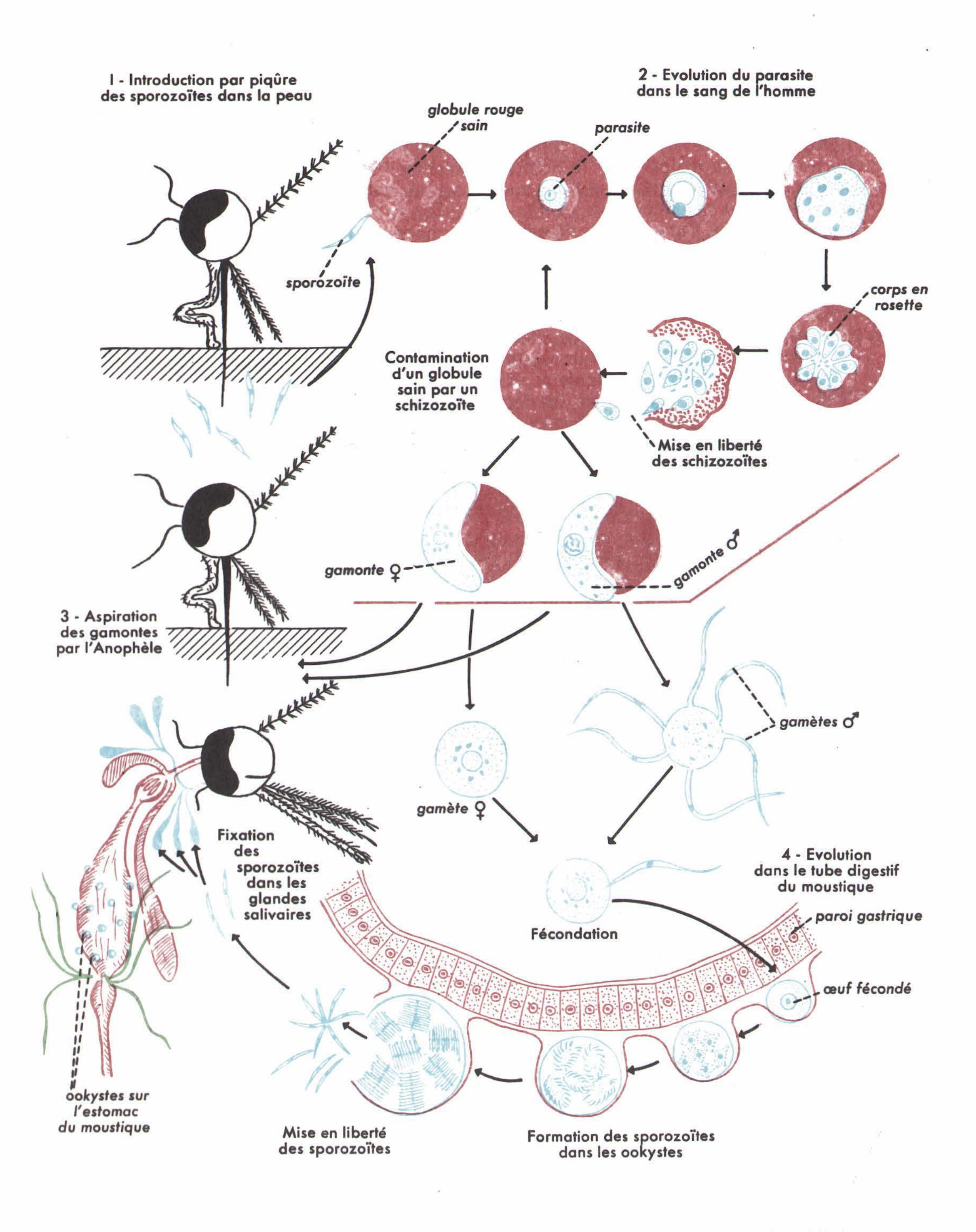


FIG. 323. - *Cycle évolutif simplifié de l'Hématozoaire du paludisme chez l'Homme et le Moustique Anophèle.*

Au bout de quelque temps, certains Plasmodiums changent de forme à l'intérieur des globules rouges et forment des **« corps en croissant »**, ou gamontes. On peut reconnaître deux sortes de corps en croissant : les uns ont un petit noyau et sont très arqués, les autres ont un gros noyau et une forme plus droite. Les premiers donneront les gamètes femelles, les seconds les gamètes mâles (d'où le nom de gamontes). Mais la transformation en gamètes des corps en croissant ne peut se faire que s'ils sont absorbés par un Anophèle piquant et aspirant le sang du paludéen.

Chez l'Anophèle. Dans le tube digestif de l'Anophèle, chaque gamonte femelle se transforme en un seul gamète femelle de forme sphérique appelé **macrogamète,** et chaque gamonte mâle se divise, donnant 6 à 8 gamètes mâles minces et allongés, les **microgamètes.** La fécondation a lieu dans l'intestin. **L'œuf fécondé** se déplace par amiboïsme et s'enkyste dans la paroi intestinale ; son noyau se divise activement et il se forme à l'intérieur du kyste plusieurs milliers (parfois plus de 10 000) de petites cellules effilées, les **sporozoïtes.** Ces sporozoïtes sont mis en liberté par éclatement du kyste ; le sang les emporte jusqu'aux glandes salivaires. En piquant un individu, l'Anophèle les introduira sous la peau avec sa salive.

On soigne les paludéens avec des produits renfermant de la quinine ou avec des produits de synthèse (paludrine et nivaquine) ; tous empêchent le développement des parasites. Ces substances sont également très employées à titre préventif dans les régions où sévit le paludisme.



Fig. 324. - *Filaire de Bancroft.*

La filariose C'est une maladie des pays chauds provoquée par la présence dans les vaisseaux lymphatiques de petits **Nématodes** appelés **Filaires de Bancroft** (fig. 324). Quand ces Filaires sont très nombreuses, elles provoquent une enflure énorme des membres inférieurs appelée **éléphantiasis.** Les femelles mesurent de 8 à 10 centimètres de long et les mâles de 3 à 4 centimètres. Leurs embryons, appelés microfilaires, mesurent 300 microns. Ils stationnent dans les poumons pendant le jour et passent dans le sang pendant la nuit. C'est là qu'ils peuvent être absorbés par un Moustique (Culex ou Anophèle) piquant le malade. Dans le corps du Moustique, ces embryons continuent leur développement et se transforment en larves de 1 à 2 millimètres de long ; ces larves gagnent la trompe du Moustique et pourront être inoculées par piqûre à un individu sain.

La fièvre jaune Cette maladie, appelée encore vomito negro ou typhus amaril, est une maladie épidémique originaire des Antilles et du golfe du Mexique. Elle arriva en Afrique, dans le reste de l'Amérique et même en France (Brest, Saint-Nazaire, Dunkerque) au début du XIX[e] siècle. Le malade présente une température élevée, sa peau se colore en jaune, puis apparaissent des vomissements noirs dus à des hémorragies gastriques. La mortalité est très élevée et peut atteindre 80 % des malades. Le virus de cette maladie est transmis par la piqûre d'un Moustique, la **Stégomie fasciée.** Le Moustique s'infecte en piquant des malades et peut garder toute sa vie un pouvoir infectant.

La dengue La dengue est une maladie des pays chauds et de l'Europe méridionale (Espagne, Italie, Grèce). Elle est caractérisée par une succession de deux accès fébriles et une longue convalescence. Elle peut être mortelle pour les jeunes enfants. L'agent de cette maladie est un virus transmis par la piqûre de Moustiques de différentes espèces.

5° LUTTE CONTRE LES MOUSTIQUES

On lutte contre les Moustiques d'une façon active en détruisant les larves, les nymphes et les adultes, d'une façon passive en se protégeant de leurs piqûres.

Destruction des larves et des nymphes

Cette lutte est très efficace, car elle empêche le développement larvaire des Insectes. Elle consiste surtout dans :

a) **La suppression des eaux stagnantes** par le drainage des terrains marécageux et l'assèchement des petites étendues d'eau.

b) **La destruction de la végétation des rives ;** en effet, larves et nymphes s'abritent parmi les plantes aquatiques qui se développent au bord de l'eau.

c) **La destruction de tous les réservoirs inutiles** à proximité des habitations, de tous les récipients, même de petites dimensions (boîtes de conserves), pouvant accumuler de l'eau pendant les pluies. Les réservoirs d'eau utilisés seront protégés par des grillages très fins.

d) **Le développement de la lutte biologique** par la protection et l'utilisation des animaux se nourrissant de larves et de nymphes de Moustiques. C'est le cas de nombreux Insectes adultes et de larves d'Insectes (Libellules, Dytiques, Nèpes, Ranâtres, Notonectes, Naucores, etc...), de Poissons (Gardons, Tanches, etc...), et de Batraciens (Grenouilles, Tritons). Le cas le plus intéressant est l'introduction dans notre pays d'un petit Poisson d'eau douce originaire d'Amérique du Nord, le **Gambusie,** qui s'est bien acclimaté dans nos régions méridionales : il détruit pour s'en nourrir une quantité énorme de larves et de nymphes de Moustiques.

e) **Le pétrolage des eaux.** Le pétrole se répand à la surface de l'eau et y forme une mince pellicule qui pénètre par capillarité dans les siphons respiratoires des larves et des nymphes ; les larves peuvent résister en absorbant l'oxygène dissous qui traverse la paroi du corps, et grâce à leurs branchies (voir plus haut), mais les nymphes meurent asphyxiées.

f) **L'utilisation d'insecticides chimiques.** On fait une utilisation massive de produits à base de D. D. T. qui empoisonnent larves et nymphes, mais qui détruisent également les autres Insectes.

Lutte contre les Moustiques adultes

a) On détruit les Moustiques par pulvérisation de produits insecticides, en particulier de D. D. T.

b) **Protection contre les piqûres.** On se protège des Moustiques par :

— L'emploi de moustiquaires pendant la nuit.
— La fermeture des fenêtres par des grillages très fins.
— L'utilisation de produits chimiques ou d'extraits de plantes éloignant les Moustiques (poudre de pyrèthre, essences de citronelle, de lavande).
— La culture au voisinage des habitations de plantes éloignant les Moustiques (Ricin, Eucalyptus, Pélargonium).
— La production de fumée.



UN EXEMPLE DE LUTTE BIOLOGIQUE : LA LUTTE CONTRE LA COCHENILLE AUSTRALIENNE

La Cochenille australienne (Icerya purchasi) est restée pendant de longues années un ennemi redoutable des plantes cultivées dans les régions subtropicales et méditerranéennes. Originaire d'Australie, elle a progressivement envahi les cultures du monde entier. Dans les régions méditerranéennes, cet Insecte parasite s'attaque surtout à l'Oranger, au Mandarinier, au Citronnier, mais aussi aux Mimosas, aux Acacias, aux Genêts et aux Cistes. La contamination, d'une région à l'autre ou même d'un continent à l'autre, peut se faire par le transport d'arbres, d'arbustes, de boutures, de greffons, ou de fruits parasités ; sur de petites distances le vent peut transporter les larves, qui sont très légères.

Les dégâts causés par cette Cochenille étaient tels, qu'en 1920 les Orangers d'Algérie paraissaient couverts de neige ; beaucoup de cultivateurs n'hésitèrent pas à couper les arbres, persuadés que le mal était sans remède. Cette espèce de Cochenille est devenue célèbre par la lutte biologique qu'on a poursuivie contre elle, d'abord en Amérique, puis ensuite en Europe, en important d'Australie et en l'élevant sur place, une **Coccinelle** *(Novius cardinalis), qui, en dévorant les Cochenilles et leurs larves, a sauvé la culture des agrumes (Orangers, Citronniers, etc...) d'un véritable désastre.*

1° DESCRIPTION DE LA COCHENILLE

Si l'on examine un rameau d'un arbre attaqué par les Cochenilles australiennes, on voit que ces parasites se fixent sur les tiges, les feuilles et les bourgeons. On distingue en même temps des femelles adultes et des larves.

Les femelles adultes *(fig. 325 B, D et E)* La femelle, fixée sur la plante, est large, aplatie, de couleur vermillon, et son corps, en forme de bouclier, mesure de quatre à cinq millimètres de long. En arrière de cette femelle, se trouve un sac volumineux, cireux, d'un blanc pur, ornementé de fines cannelures longitudinales ; cet **ovisac** est bourré d'œufs rouge vermillon, isolés les uns des autres par un fin feutrage de fils cireux. L'ensemble femelle et sac mesure environ un centimètre.

En détachant avec la pointe d'une aiguille la femelle de son ovisac, on peut l'observer dans une goutte d'eau au microscope. Elle est toujours aptère (sans ailes), de forme circulaire et aplatie ; la tête et le thorax, fusionnés, se distinguent difficilement d'un abdomen segmenté formé de 11 articles. L'appareil buccal est constitué par un **rostre filiforme** très souple et très long ; ce rostre s'enfonce dans les tissus végétaux dont il aspire la sève par un système complexe fonctionnant comme une pompe, et qui est situé dans l'arrière-bouche. Les pièces perforantes de l'armature buccale sont formées principalement par les mandibules et les mâchoires. On aperçoit aussi les antennes et les trois paires de pattes terminées chacune par un tarse pourvu d'un unique crochet.

Ces Cochenilles sécrètent de la cire au moyen de nombreuses glandes, appelées filières, qui tapissent la paroi du corps. Une fois durcie, la cire forme l'ovisac, bouclier protecteur des œufs. La plupart des femelles pourvues d'un ovisac sont mortes : les femelles ne survivent pas à la ponte.

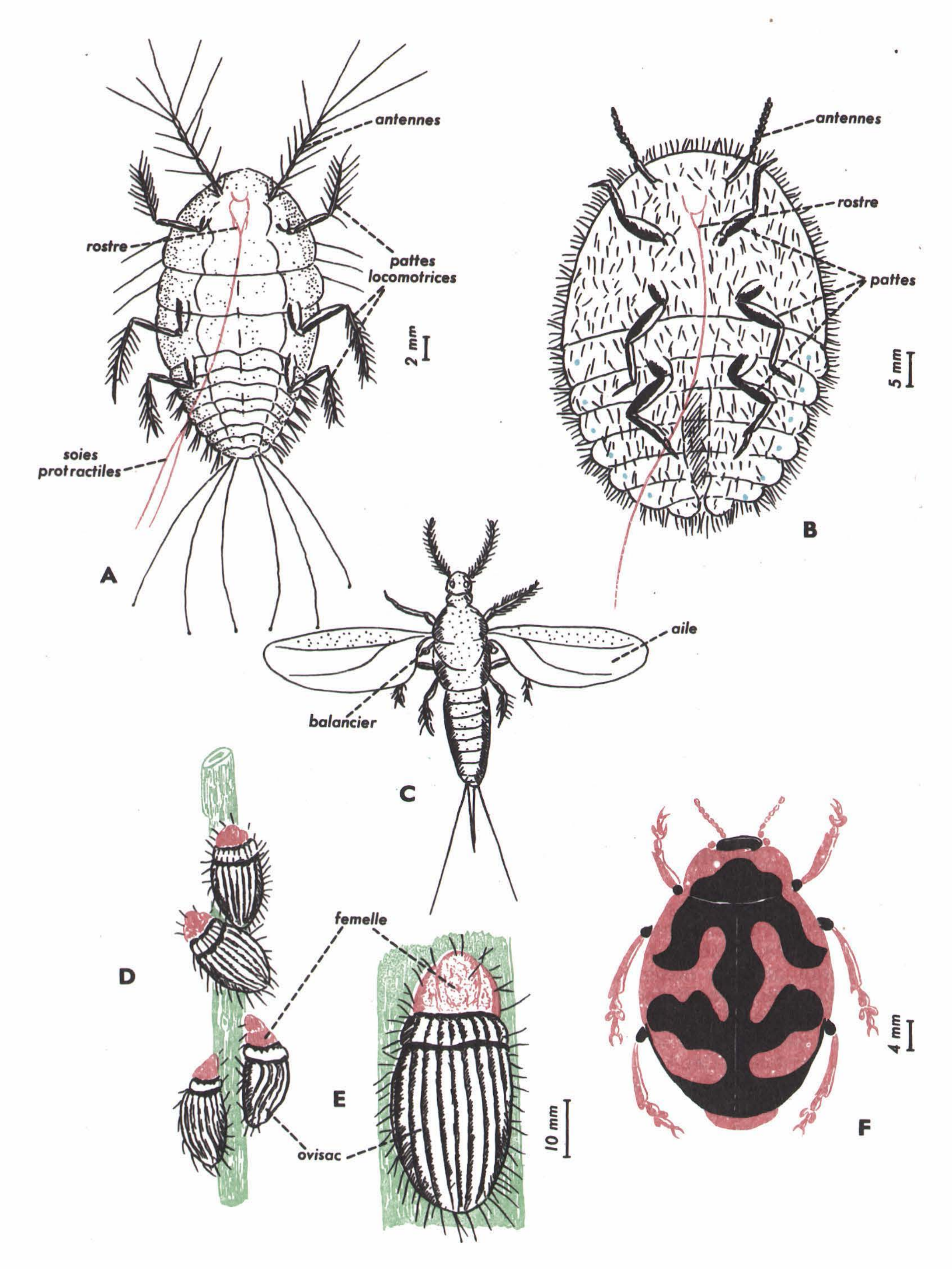


FIG. 325. - *La Cochenille australienne et son prédateur :*
A : *Larve (face ventrale).*
B : *Femelle détachée de son ovisac (face ventrale).*
C : *Mâle (schématique).*
D : *Femelles avec leur ovisac sur un rameau d'Oranger.*
E : *Femelle et son ovisac.*
F : *La Coccinelle Novius cardinalis.*

Les larves (fig. 325 A) De petite taille (2 mm), très mobiles, elles se déplacent sur la plante et se localisent surtout vers l'extrémité des rameaux, là où les tissus sont plus tendres. Elles sont de couleur vermillon ; sous le microscope, on peut distinguer leurs trois paires de pattes, leurs antennes à neuf articles et leur appareil buccal en forme de rostre muni de soies perforantes ; elles sucent également les sucs végétaux.

Les nymphes Les nymphes sont immobiles ; si les pattes sont atrophiées, le rostre est bien développé.

2° BIOLOGIE DE LA COCHENILLE

Au moment de la ponte, les œufs sont expulsés dans l'ovisac où ils s'accumulent. Chaque œuf mesure 1/4 de millimètre environ ; son incubation, très lente, demande parfois plusieurs mois en hiver. Il y a **trois générations annuelles :** en février, en juin et en septembre. Chaque femelle pond de 600 à 800 œufs. Les œufs, enfermés dans l'ovisac, donnent naissance à des larves très légères, pouvant être transportées par le vent sur des distances relativement longues. Ces **larves du 1er âge,** de couleur rose, subissent une première mue qui les transforme en **larves du second âge.** Les dépouilles des mues restent collées au support et s'accumulent sur le rameau. La larve du 2e âge mesure 2 millimètres ; elle possède une forme plus globuleuse que celle du premier âge et sa couleur est jaune pâle. Elle peut vivre assez longtemps. A la fin de son développement, elle subit une seconde mue qui la transforme en une **nymphe** immobile, à rostre bien développé. Cette nymphe subit une troisième mue qui donne l'**Insecte parfait.**

Les **mâles** (fig. 325 C) existent mais sont **très rares.** Lorsqu'on peut en observer un, on voit qu'il possède une tête, un thorax et un abdomen bien différenciés. La tête porte une paire de longues antennes et des pièces buccales atrophiées non fonctionnelles. Le thorax porte trois paires de pattes fines terminées par un tarse à un seul article muni d'un crochet, et une seule paire d'ailes translucides, à nervation réduite ; les ailes postérieures sont remplacées par une paire de balanciers.

La fécondation n'a pas été observée et la conséquence de la rareté des mâles paraît être une reproduction uniquement parthénogénétique.

3° ORIGINE ET EXPANSION DE LA COCHENILLE

Cette Cochenille est originaire d'Australie où elle n'a jamais provoqué de très grands ravages dans les plantations, car elle y a de nombreux ennemis, prédateurs et parasites. Mais, dans la seconde moitié du XIXe siècle, les exportations de fruits australiens ne tardèrent pas à l'introduire dans de nombreuses régions du globe.

En 1868, elle apparaît dans les plantations d'agrumes de Californie où elle cause de très sérieux dommages. En 1890, on la trouve pour la première fois en Europe (Portugal), puis en 1900 l'Italie est envahie à son tour. C'est en 1912 que la première Cochenille est signalée en France, à Saint-Jean-Cap-Ferrat (Alpes-Maritimes), et à partir de ce point de pénétration elle va progressivement envahir tout le Midi de la France (fig. 326), puis se propager vers l'Ouest : 1913 Menton et Nice, 1918 Cannes, 1920 Sainte-Maxime (cette même année on la signale pour la première fois en Algérie, fig. 327), 1921 Montpellier, 1928 tout le littoral méditerranéen jusqu'aux Pyrénées orientales, les Cévennes et l'Ardèche. Enfin, en 1929 elle atteint la côte atlantique.

4° LUTTE BIOLOGIQUE CONTRE LA COCHENILLE AUSTRALIENNE

A la suite des dégâts considérables causés dans les plantations californiennes, une mission américaine fut envoyée en Australie pour étudier la Cochenille sur son continent d'origine, et si possible rapporter en Amérique les prédateurs et les parasites naturels qui y entra-

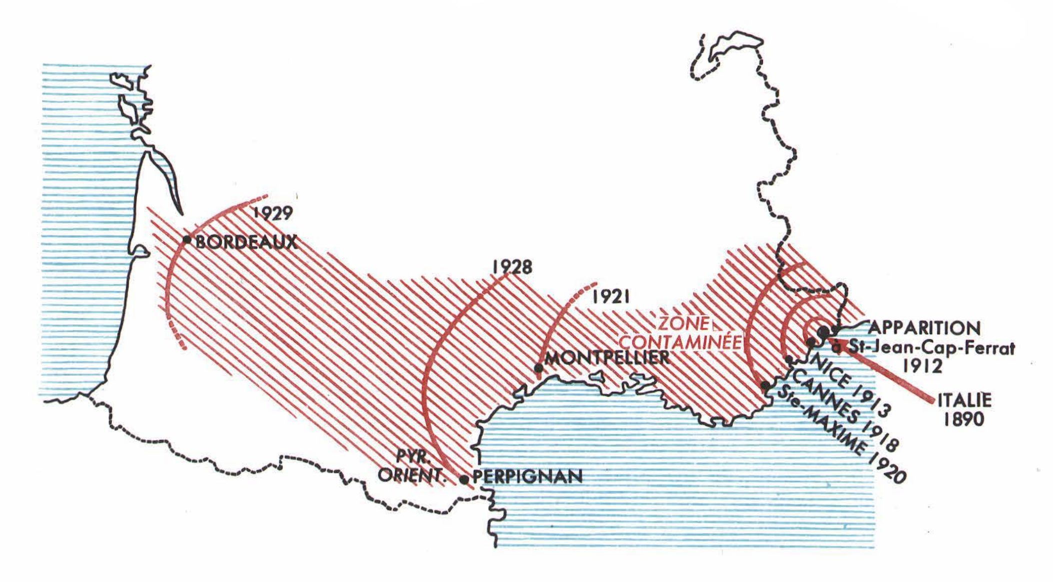


Fig. 326. - *Expansion de la Cochenille australienne dans le Midi de la France.*

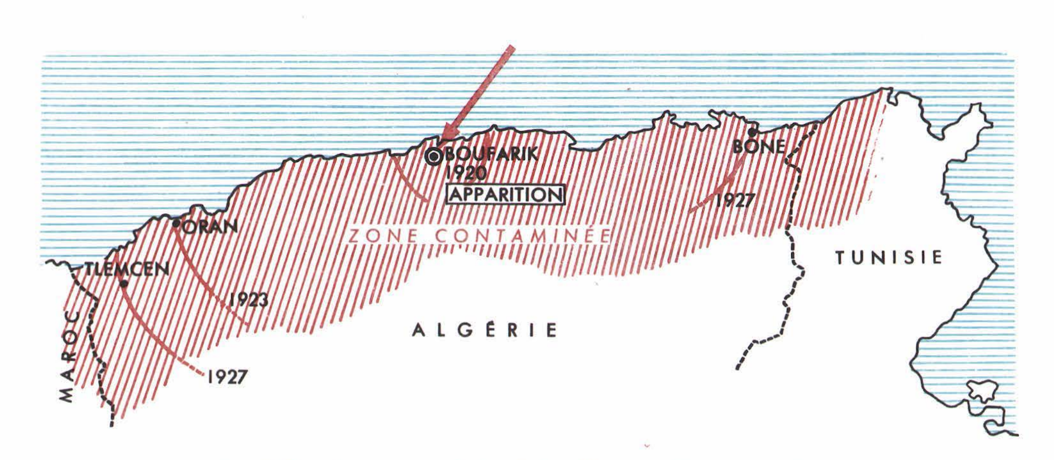


Fig. 327. - *Expansion de la Cochenille australienne en Algérie.*

vent son développement (1889). Parmi tous les ennemis naturels, une seule espèce fut retenue : une **Coccinelle** dont le nom zoologique latin (le seul qui ait une valeur internationale) est **Novius cardinalis.**

Introduite aux États-Unis à la fin du siècle dernier, elle s'y est acclimatée très facilement en s'attaquant vigoureusement à tous les foyers de Cochenille. Dans l'espace de quelques mois, les Orangers furent débarrassés des Cochenilles... Depuis cette époque, les laboratoires américains multiplièrent les envois de Coccinelles dans toutes les régions du monde où les cultures des agrumes étaient attaquées par la Cochenille australienne. L'acclimatation de cette Coccinelle en France et en Afrique du Nord s'est faite sans difficulté, et dans les régions méditerranéennes cet Insecte peut être considéré comme définitivement fixé.

5° ÉTUDE DE LA COCCINELLE, DE SA BIOLOGIE ET DE SON ÉLEVAGE

Novius cardinalis est une Coccinelle de couleur noire avec des taches rouges. Le mâle mesure 3 millimètres et la femelle 4 millimètres. La tête est noire avec des antennes à 8 articles ; le premier anneau du thorax est rouge et noir, les élytres rouge intense et pourvus de taches noires ; les pattes sont rouges. Les larves, elles, ont une couleur rouge sombre ; après plusieurs mues elles deviennent des nymphes de couleur rouge et noire.

Les premiers élevages entrepris en France furent faits en cage afin d'obtenir rapidement un nombre élevé d'individus. Les Coccinelles étaient nourries avec des rameaux de végétaux parasités par les Cochenilles. On prélevait dans ces élevages des colonies qui étaient expédiées dans des « cageots » cylindriques faits d'une toile métallique fine. Ces cageots étaient ouverts sur les lieux contaminés, après avoir été fixés aux arbres parasités.

. Actuellement, on pratique moins les élevages en cages, et l'on récolte les colonies dans une région où la Coccinelle est acclimatée pour les envoyer dans une région nouvellement contaminée par les Cochenilles. De 1920 à 1930, les insectariums de Menton et d'Antibes distribuèrent plus de 1 500 colonies dans toute la France. Les colonies expédiées doivent être composées, de préférence, de nymphes, afin d'avoir le maximum d'éclosions simultanées et des accouplements assurant une multiplication rapide. Une colonie moyenne comprend de 25 à 30 individus.

La Coccinelle hiverne sous la forme d'Insecte parfait, et ce n'est qu'à partir de mars que sa reproduction recommence. A cette époque l'activité de la Cochenille a déjà repris depuis février, et les femelles ayant donné une première génération, les individus pullulent sur les arbres. Ainsi, lorsque la Coccinelle fait son apparition, elle trouve une nourriture abondante composée surtout d'œufs et de larves de Cochenilles.

Du mois de mars au mois de septembre, six générations de Coccinelles se succèdent. En septembre elles se raréfient, et les Cochenilles qui leur auront échappé pourront encore se développer librement pendant quelque temps. Donc, le printemps (avant l'apparition des Coccinelles) et l'automne (après leur disparition) sont les périodes critiques pour les horticulteurs.

Il semble que cette Coccinelle soit un **prédateur spécifique** de la Cochenille australienne. Elle serait donc incapable de se nourrir d'autres Insectes, même d'autres espèces de Cochenilles. En conclusion, la lutte biologique est, dans cet exemple, le seul procédé efficace actuellement utilisé ; avant cette découverte, on se contentait d'employer des procédés chimiques onéreux et souvent dangereux, comme l'utilisation de l'acide cyanhydrique gazeux dégagé sous les arbres parasités recouverts d'une bâche.

6° PLACE DE LA COCHENILLE ET DE LA COCCINELLE DANS LE RÈGNE ANIMAL

Le corps des Cochenilles et des Coccinelles, recouvert de chitine, est divisé en trois parties : tête, thorax et abdomen ; il possède des appendices articulés, en particulier trois paires de pattes thoraciques. Cochenille et Coccinelle appartiennent donc à la classe des INSECTES.

Les Cochenilles, pourvues d'un **appareil buccal piqueur-suceur** dont les pièces perforantes sont formées par les mandibules et les mâchoires, appartiennent à l'ordre des **RHYNCHOTES** ou **HÉMIPTÈRES.** Comme les Pucerons, elles se nourrissent de sucs végétaux, mais cependant elles s'en distinguent nettement ; en effet, les Pucerons à l'état adulte sont représentés par des formes aptères et des formes ailées à deux paires d'ailes, tandis que chez les Cochenilles les mâles, seuls individus ailés, ne possèdent qu'une paire d'ailes, la deuxième étant représentée par des balanciers.

Les Coccinelles ont un **appareil buccal broyeur,** deux paires d'ailes, la première transformée en étuis protecteurs appelés **élytres ;** leur développement est à **métamorphoses complètes.** Elles appartiennent à l'ordre des **COLÉOPTÈRES.**

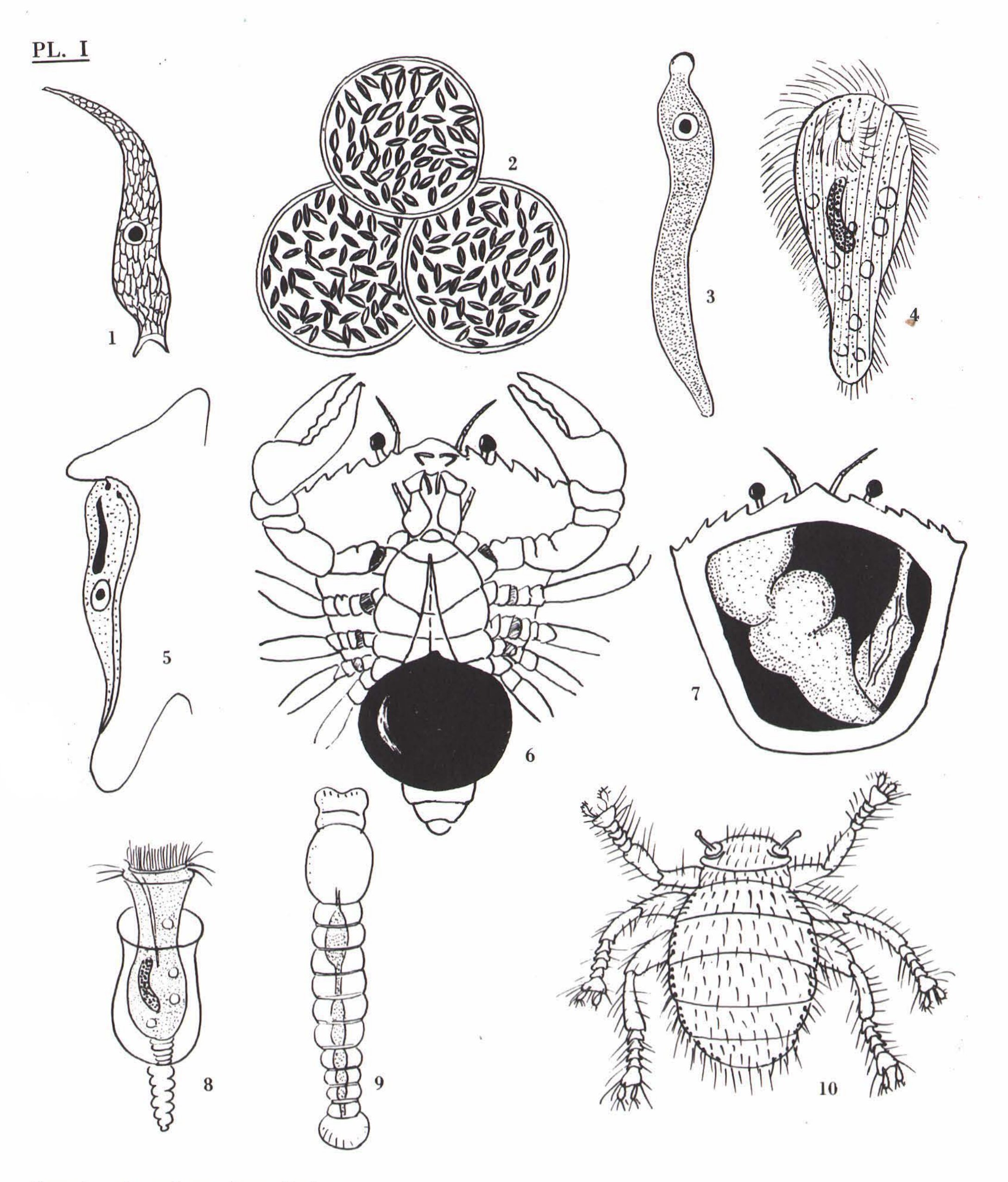
PLANCHES

●

★ *Parasites*

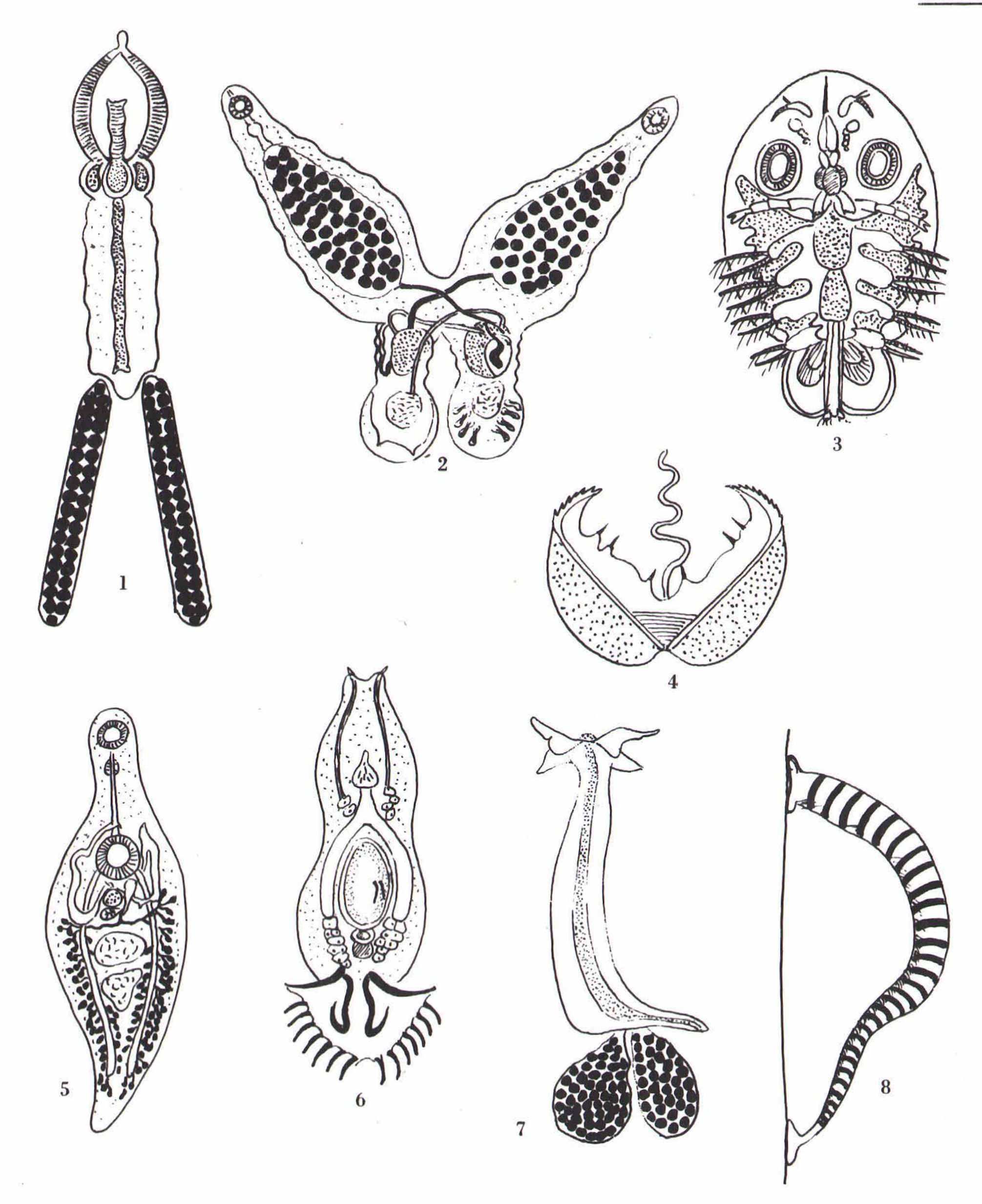
★★ *Milieu d'eau douce*

★★★ *Milieu marin*



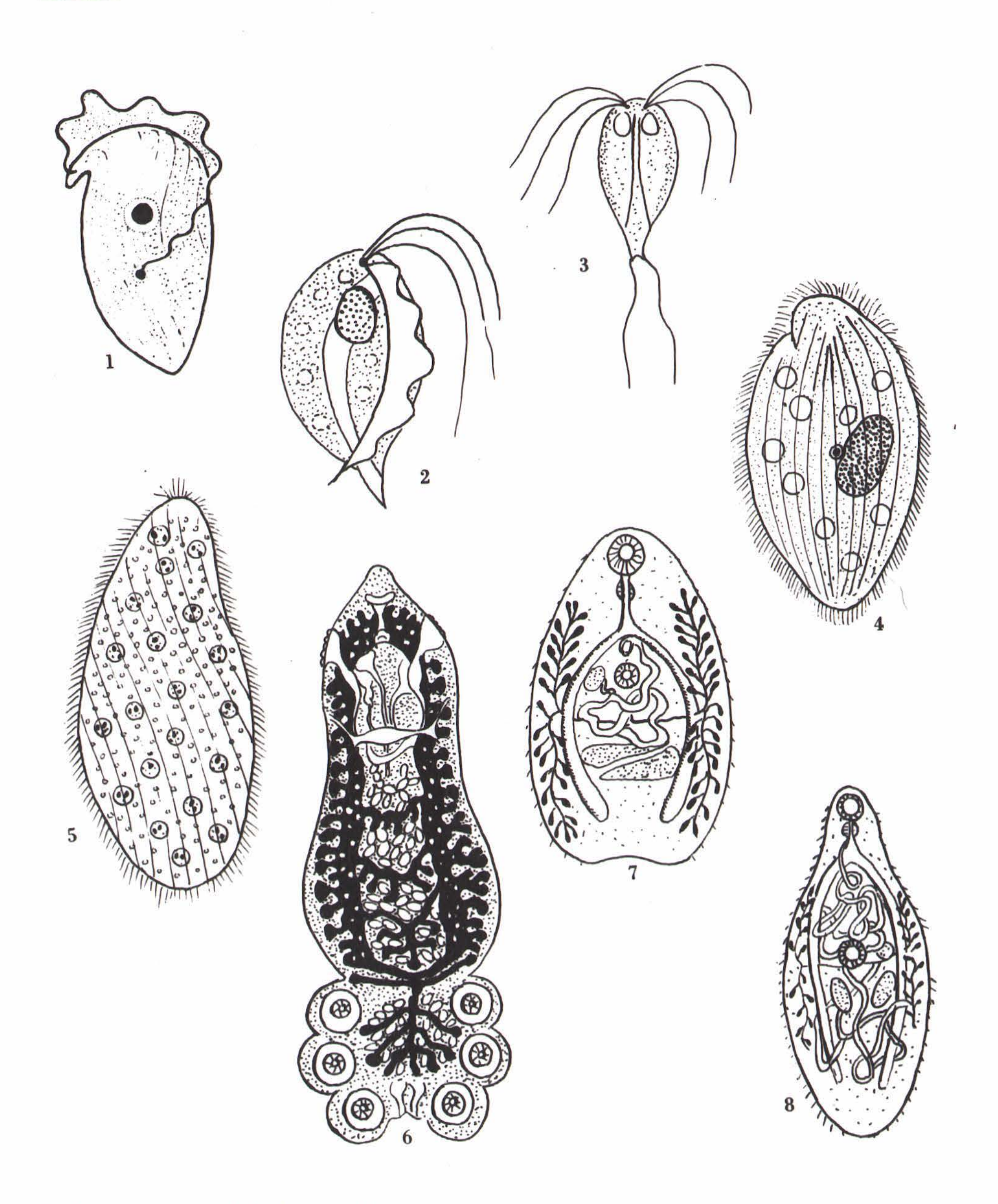
Parasites de quelques Invertébrés :

1 – *Monocystis agilis* (100 microns) ; Grégarine du Lombric ; Sporozoaire. Vésicules séminales. 2 – *Kystes de Monocystes* contenant des spores. Vésicules séminales du Lombric. 3 – *Lecudina elongata* (500 microns) ; Grégarine de la Nereis ; Sporozoaire. Intestin de la Nereis. 4 – *Ancistrum mytili* (70 microns) ; Ancistrum de la Moule ; Cilié. Cavité palléale de la moule. 5 – *Cryptobia helicis* (25 microns) ; Cryptobie de l'Escargot ; Flagellé. 6 – *Sacculina carcini* (15 à 20 mm.) ; la sacculine du Crabe ; Crustacé de l'ordre des Cirripèdes. 7 – *Portunion mœnadis* (30 mm.) ; le Portunion; Crustacé isopode. Parasite interne du Crabe commun. 8 – *Coturniopsis astaci* (100 microns) ; Protozoaire cilié non parasite vivant fixé sur les pattes abdominales des Écrevisses. 9 – *Branchiobdella astaci* (12 mm.) ; la Sangsue de l'Écrevisse. Vit fixée sur la carapace et les branchies. 10 – *Braula cœca* (1,5 mm.) ; le Pou de l'Abeille ; Diptère improprement appelé Pou. Parasite externe .



Quelques animaux parasites du Gardon :
1 – ***Brachiella polycolpus*** (3 cm.) ; Brachielle plissée ; Crustacé. Sur les nageoires. 2 – ***Diplozoon paradoxum*** (10 mm.) ; Diplozoon paradoxal. Ce parasite est constitué par deux Trématodes (vers plats) à l'état d'accouplement permanent ; vit fixé sur les branchies. 3 – ***Argulus Foliaceus*** (4 mm.) ; Argulus en forme de feuille ; Copépode (Crustacé). Vit fixé sur les écailles. 4 – Larve ***Glochidium ;*** larve d'une grosse Moule d'eau douce (Unio). Vit enkystée dans les muscles. 5 – ***Distomum isosporum*** (5 mm.) ; Distome des Cyprins ; Trématode (ver plat). Intestin. 6 – ***Gyrodactylus elegans*** (200 microns); Gyrodactyle élégant ; Trématode. Peau et branchies. 7 – ***Lerneocera cyprinacea*** (1 cm.) ; Lerneocère des Cyprins ; Copépode (Crustacé). Branchies et peau. 8 – ***Piscicola geometra*** (5 cm.) ; Piscicole arpenteuse ; Sangsue qui vit fixée sur la peau.

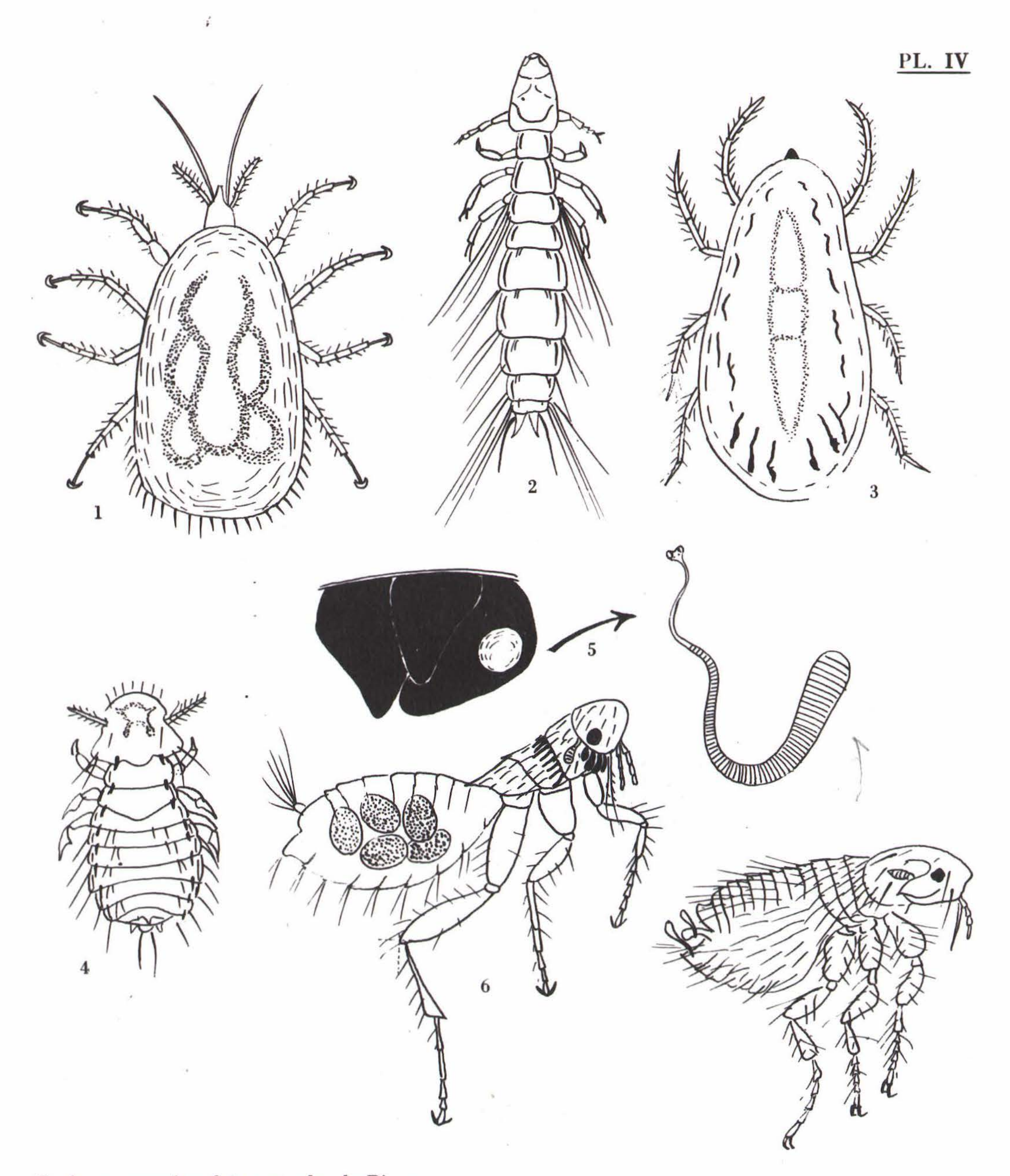
PL. III



Quelques parasites de la Grenouille :

1 – ***Trypanosoma rotatorium*** (60 microns) ; Trypanosome rotateur ; Flagellé. Sang de la Grenouille rousse. 2 – ***Trichomonas batrachorum*** (20 microns) ; Trichomonas des Grenouilles ; Flagellé. Ampoule rectale. 3 – ***Octomitus Dujardini*** (15 microns) ; Octomitus de Dujardin ; Flagellé. Ampoule rectale. 4 – ***Balantidium entozoon*** (500 microns) ; Balantidium parasite ; Cilié. Ampoule rectale. 5 – ***Opalina ranarum*** (800 microns) ; Opaline des Grenouilles ; Flagellé. Ampoule rectale. 6 – ***Polystomum integerrimum*** (10 mm.) ; Polystome de la Grenouille ; Trématode. Vessie. 7 – ***Distomum ranæ*** (2 à 6 mm.); Distome de la Grenouille ; Trématode. Intestin. 8 – ***Distomum variegatum*** (8 mm.); autre Distome fréquent chez les Grenouilles à l'intérieur des poumons.

PL. IV

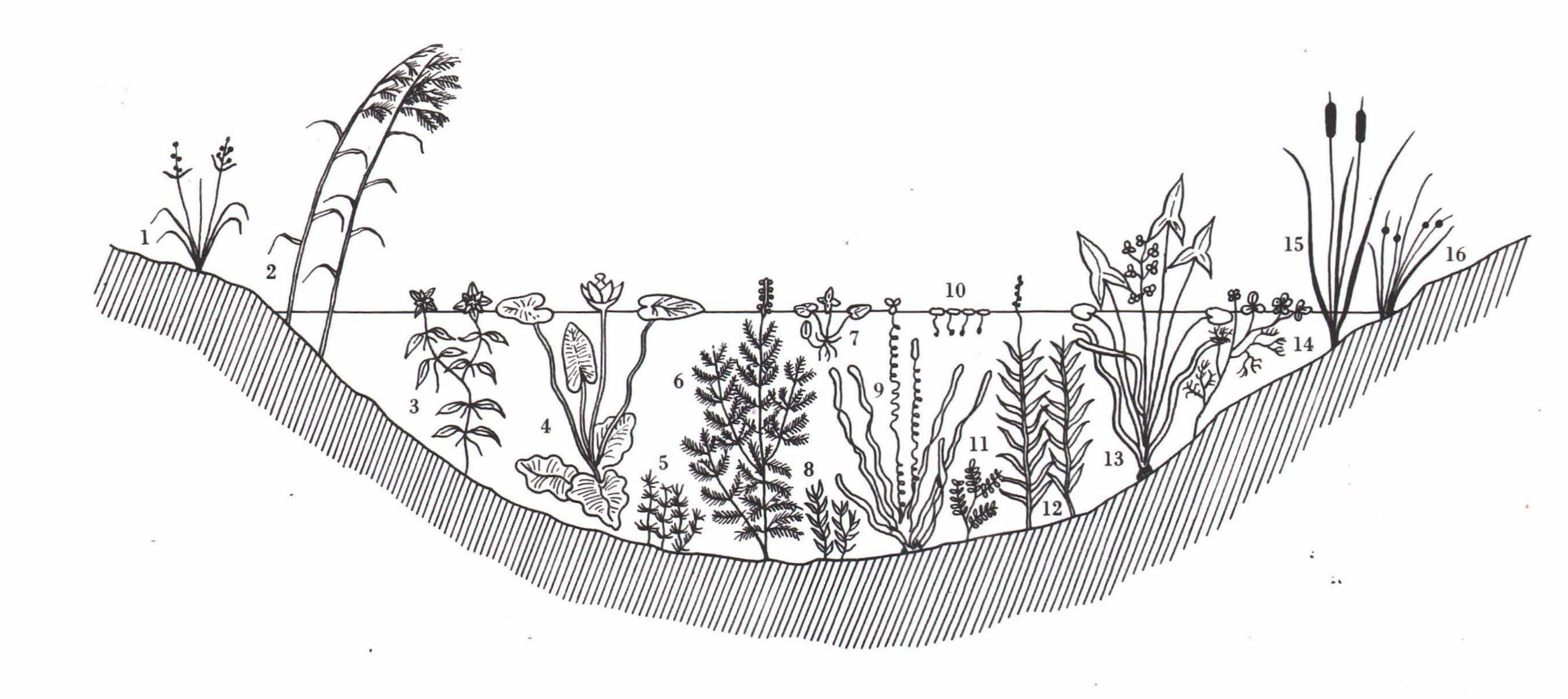


Quelques parasites fréquents chez le Pigeon :

1 – ***Dermassynus gallinæ*** (3 mm.) ; Dermassyne des Gallinacés ; cet Acarien vit également dans les plumes du Pigeon. 2 – ***Lipeurus columbæ*** (2 mm.) ; Pou du Pigeon. Plumes. 3 – ***Argas reflexus*** (5 mm.); Argas rétracté ; Acarien. Plumes. 4 – ***Goniocotes compar*** (2 mm.) ; Goniocote du Pigeon. Ce Pou vit dans les plumes.

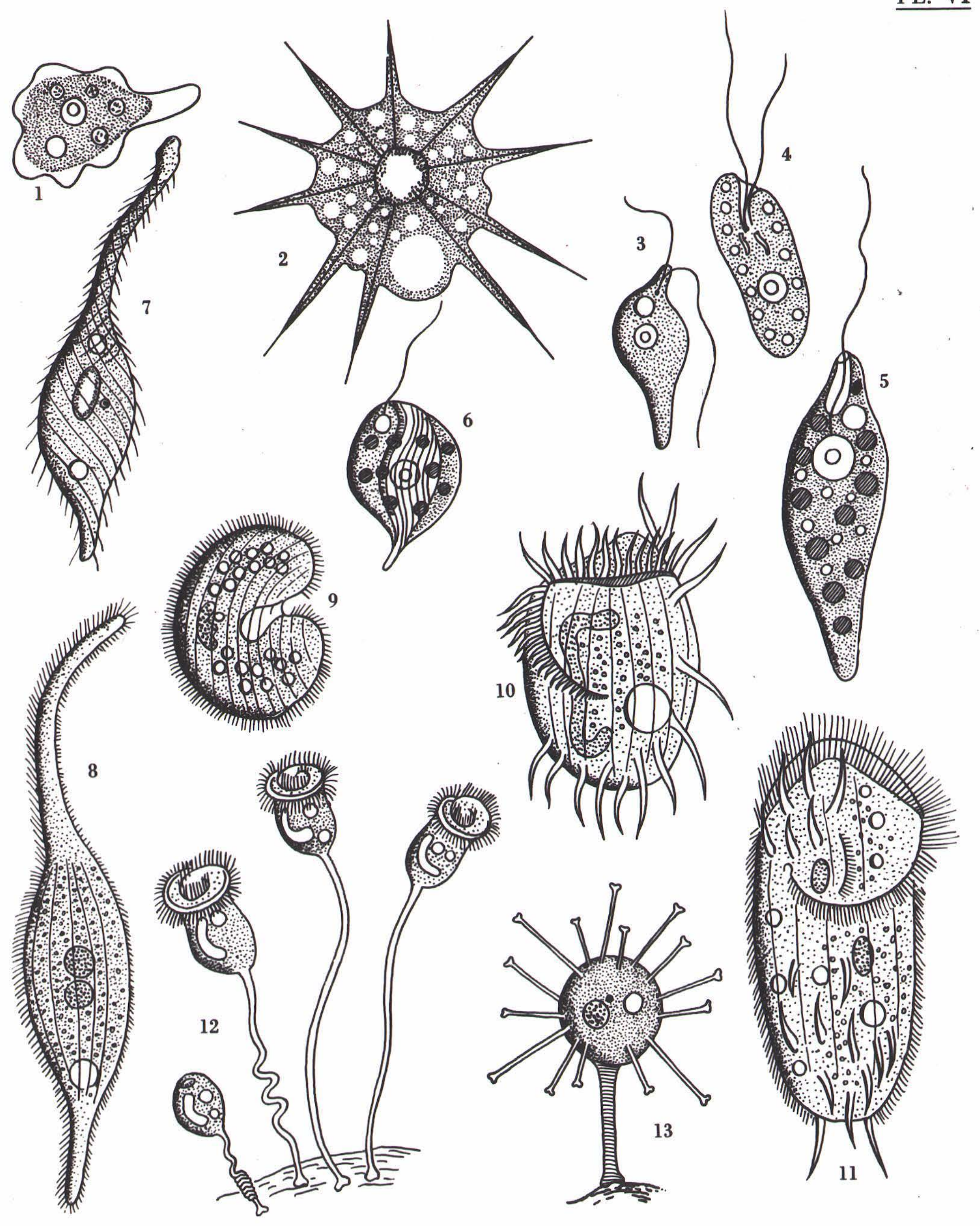
Quelques parasites de la Souris :

5 – ***Tenia crassicolis ;*** Ténia à cou épais ; cysticerque dans le foie de la Souris ; on peut en retirer un Ténia bien formé. L'adulte se développe dans l'intestin du Chat. 6 – ***Ctenopsyllus segnis*** (3 mm.) ; la Puce de la Souris. Vit dans la fourrure. 7 – ***Xenopsylla cheopsis*** (2 mm.) ; la Puce de Cheops. Fourrure des Souris mais aussi des Rats surmulots ; peut transmettre la peste et le typhus.



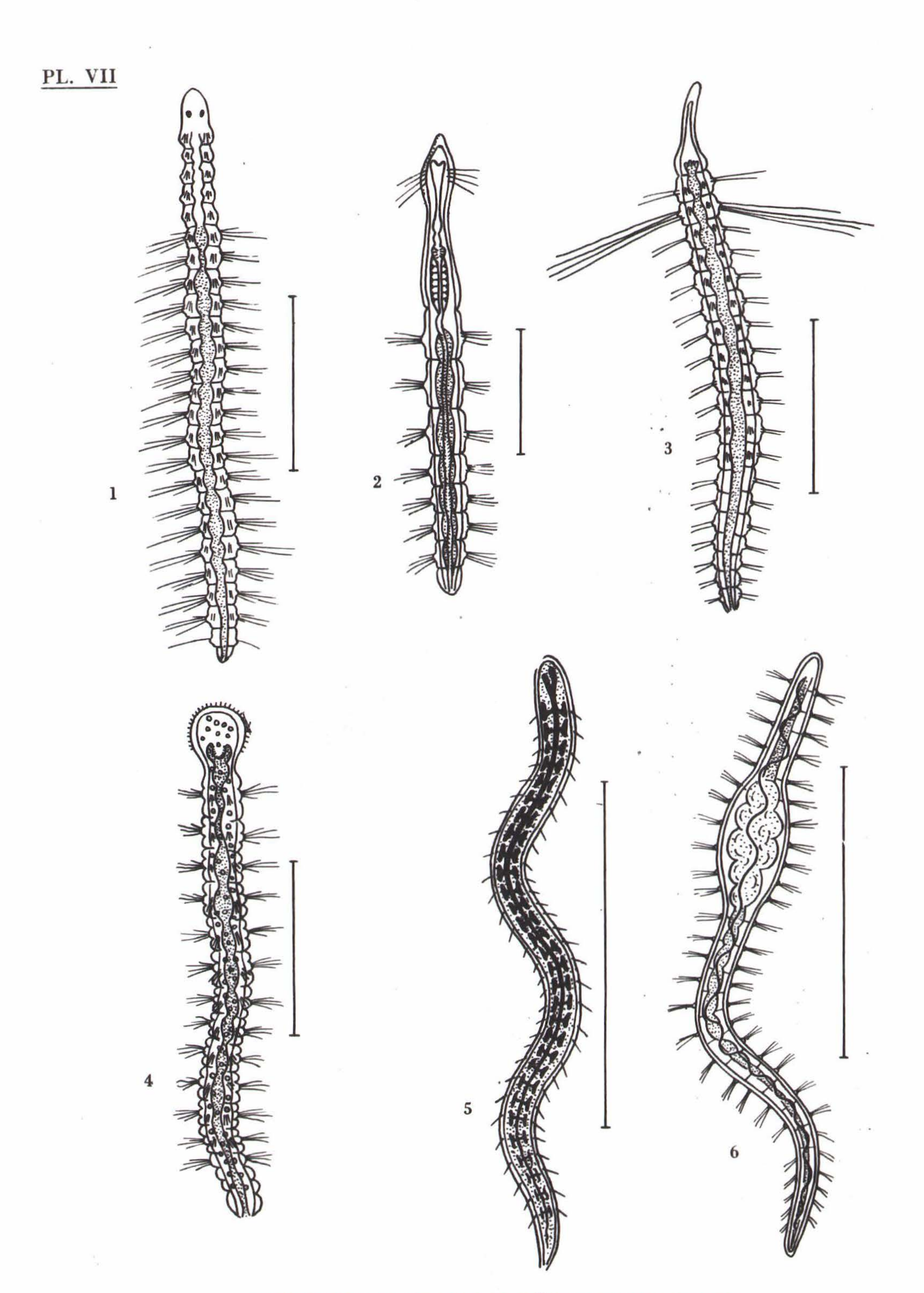
VÉGÉTATION D'UNE MARE D'EAU DOUCE

1 : Carex. – 2 : Roseau commun. – 3 : Callitriche. – 4 : Nénuphar. – 5 : Chara. – 6 : Myriophylle. – 7 : Hydrocharis. – 8 : Fontinalis. – 9 : Vallisnérie. – 10 : Lentille d'eau. – 11 : Elodée. – 12 : Potamot. – 13 : Sagittaire d'eau. – 14 : Renoncule d'eau. – 15 : Typha. – 16 : Jonc.



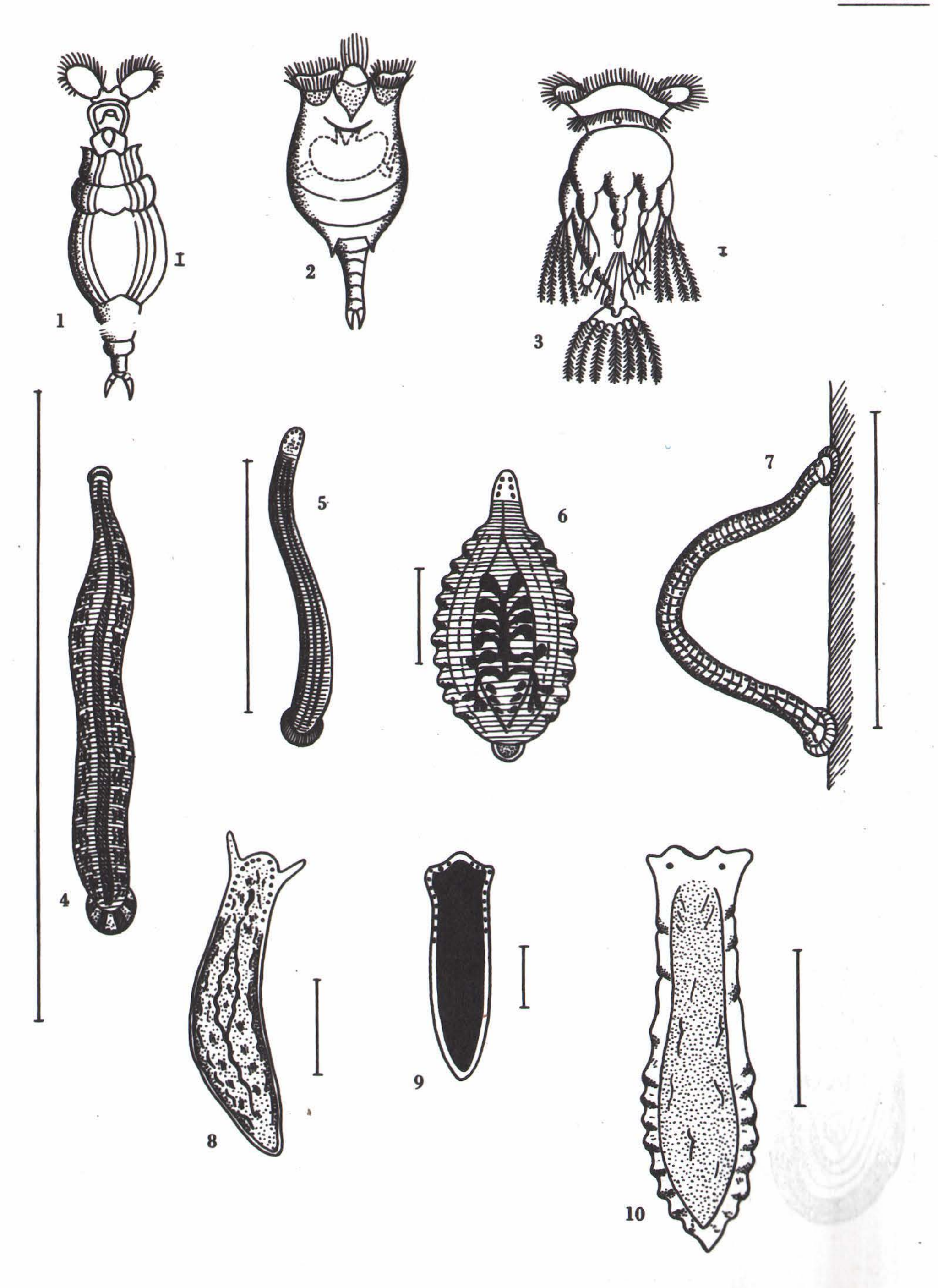
QUELQUES PROTOZOAIRES D'EAU DOUCE

1 : Amibe. – 2 : Actinophrys (Héliozoaire). – 3 : Bodo (Flagellé). – 4 : Chilomonas (Flagellé). – 5 : Euglène (Flagellé vert). – 6 : Phacus (Flagellé vert). – 7 : Lacrymaria (Cilié holotriche). – 8 : Dileptus (Cilié holotriche). – 9 : Colpode (Cilié holotriche). – 10 : Euplotes (Cilié hypotriche). – 11 : Stylonichia (Cilié hypotriche). – 12 : Vorticelles (Ciliés péritriches). – 13 : Podophrya (Cilié tentaculifère).



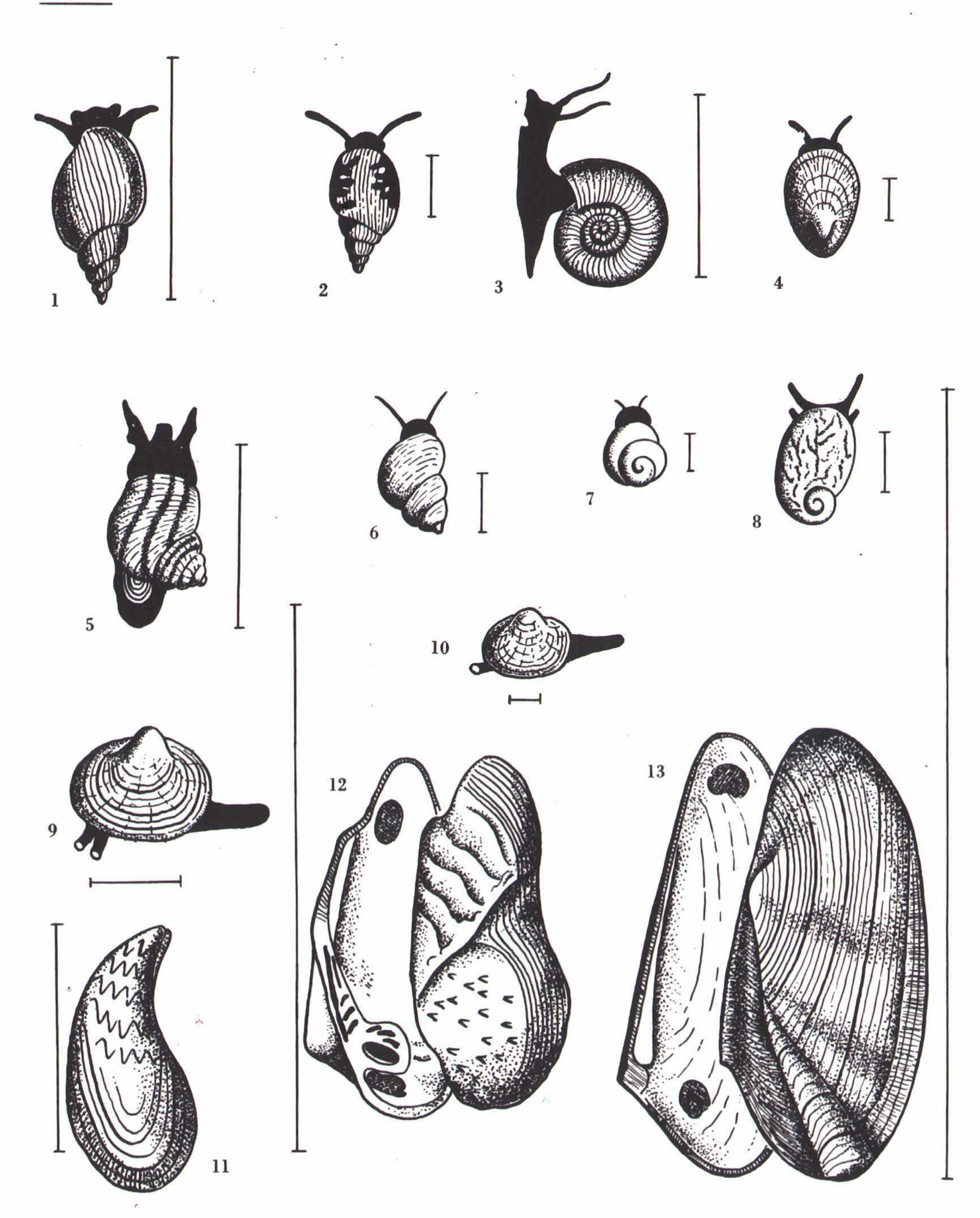
QUELQUES VERS OLIGOCHÈTES D'EAU DOUCE

1 : Naïs. – 2 : Chætogaster. – 3 : Pristina. – 4 : Œlosoma. – 5 : Lumbriculus. – 6 : Tubifex.



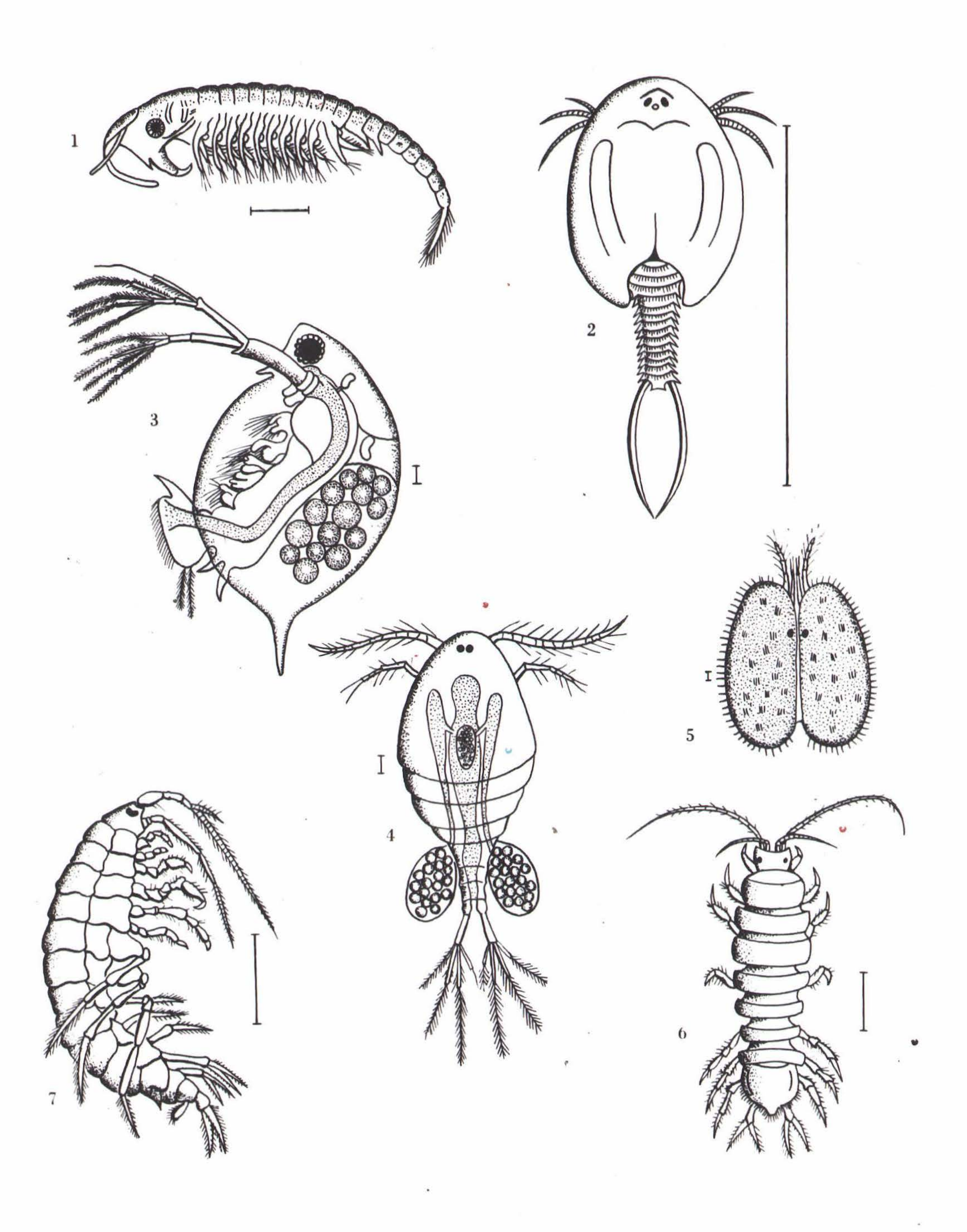
Rotifères – 1 : Rotifer. – 2 : Brachionus. – 3 : Pedalion. – Sangsues – 4 : Sangsue médicinale. – 5 : Nephelis. – 6 : Clepsine. – 7 : Piscicole géomètre. – Planaires – 8 : Planaire cornue. – 9 : Planaire noire. – 10 : Planaire lactée.

PL. IX



QUELQUES MOLLUSQUES D'EAU DOUCE

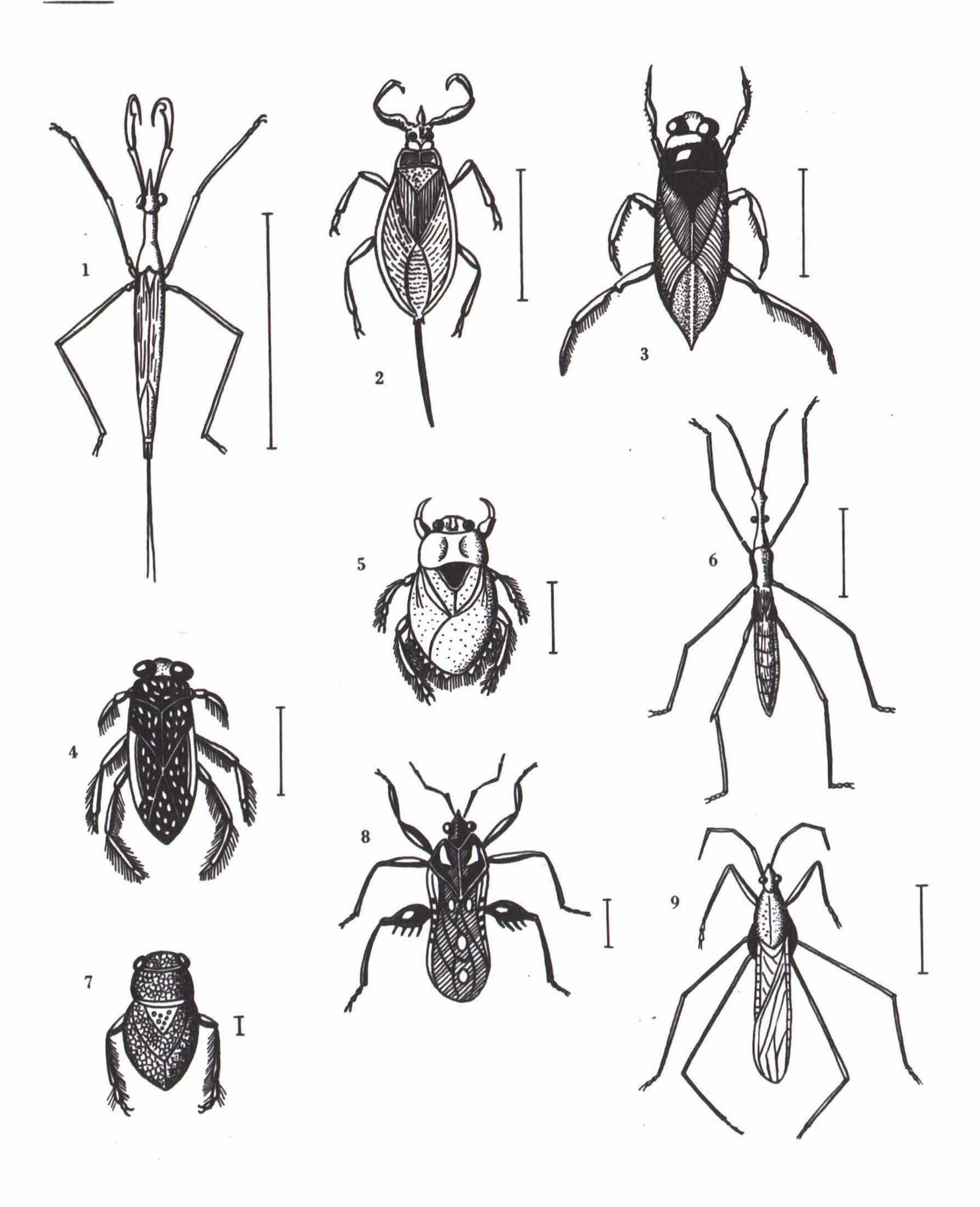
1 : Limnée des étangs. – 2 : Physe des fontaines. – 3 : Planorbe cornue. – 4 : Ancyle simple. – 5 : Paludine vivipare. – 6 : Bythinie tentaculée. – 7 : Valvée. – 8 : Neritine fluviatile. – 9 : Cyclas. – 10 : Pisidium. – 11 : Dreissène. – 12 : Mulette ou Unio. – 13 : Anodonte.



QUELQUES CRUSTACÉS COMMUNS DANS LES EAUX DOUCES

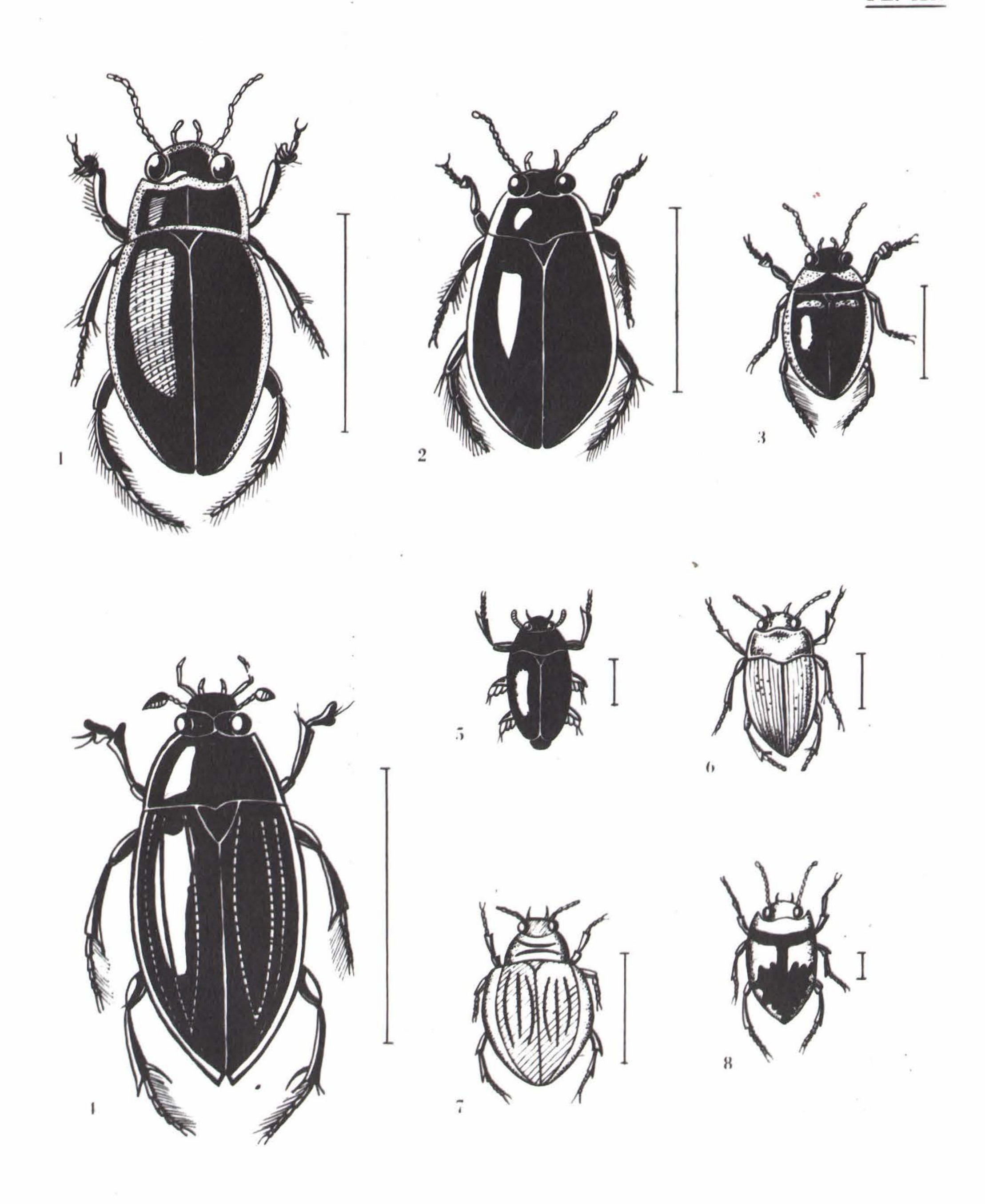
1 : Branchipe. – 2 : Apus. – 3 : Daphnie. – 4 : Cyclops. – 5 : Cypris. – 6 : Aselle. – 7 : Gammare.

PL. XI



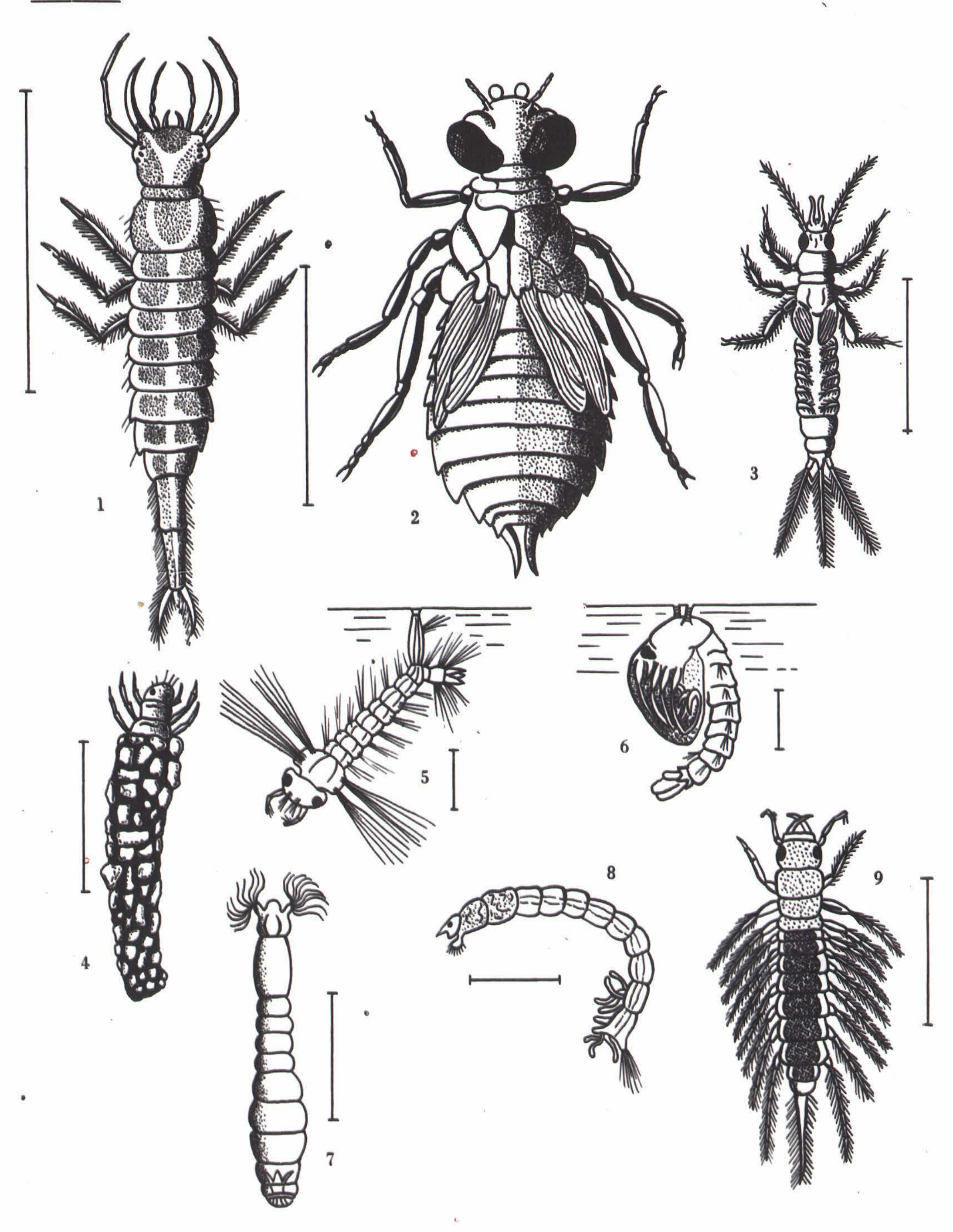
QUELQUES INSECTES HÉMIPTÈRES D'EAU DOUCE

1 : Ranâtre linéaire. – 2 : Nèpe cendrée. – 3 : Notonecte glauque. – 4 : Corixe. – 5 : Naucoris. – 6 : Hydromètre. – 7 : Pléa. – 8 : Vélia. – 9 : Gerris.

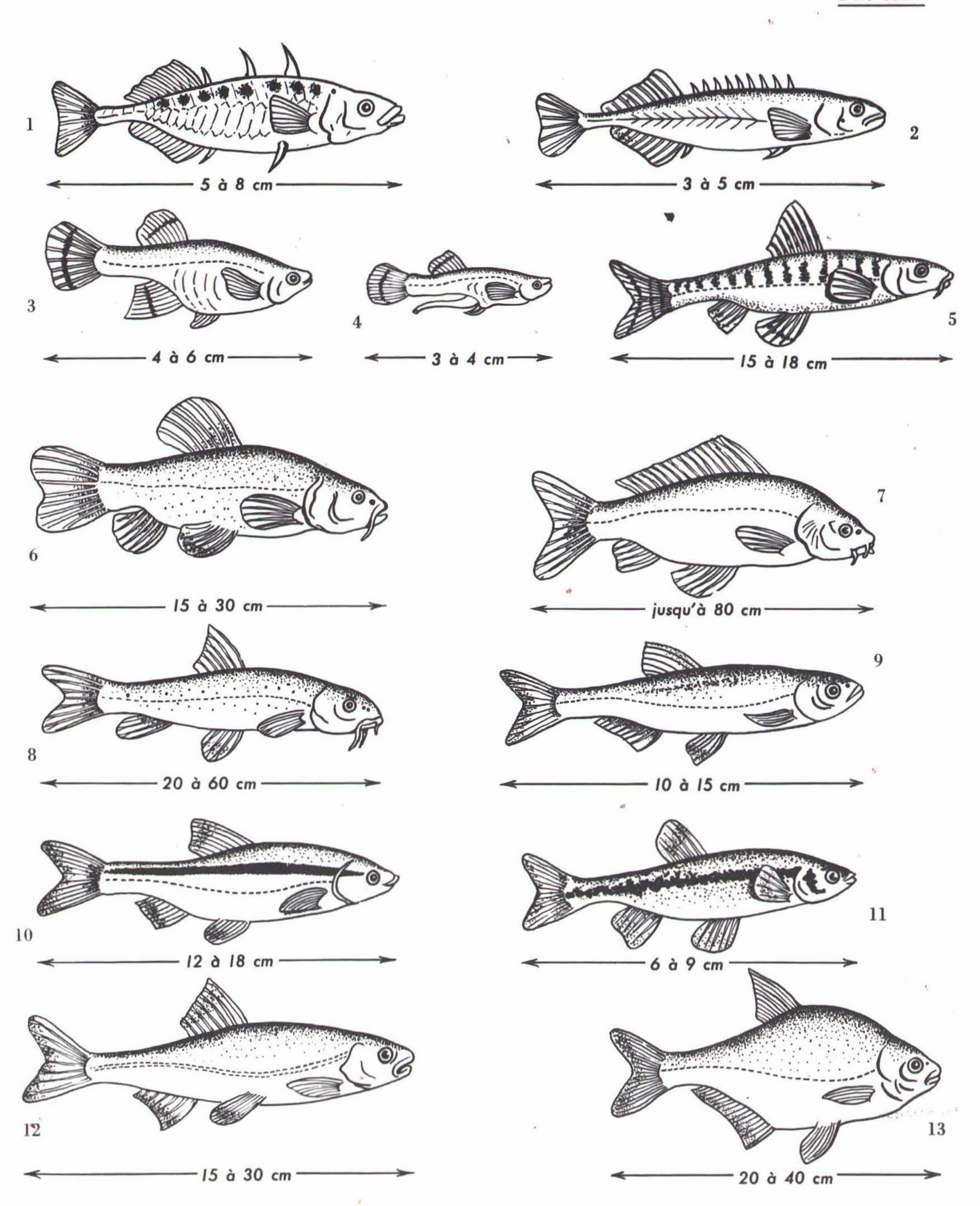


QUELQUES INSECTES COLÉOPTÈRES D'EAU DOUCE

1 : Dytique marginé. – 2 : Cybister. – 3 : Hydaticus. – 4 : Hydrophile. – 5 : Gyrin. – 6 : Noterus. – 7 : Acilius. – 8 : Hydroporus.

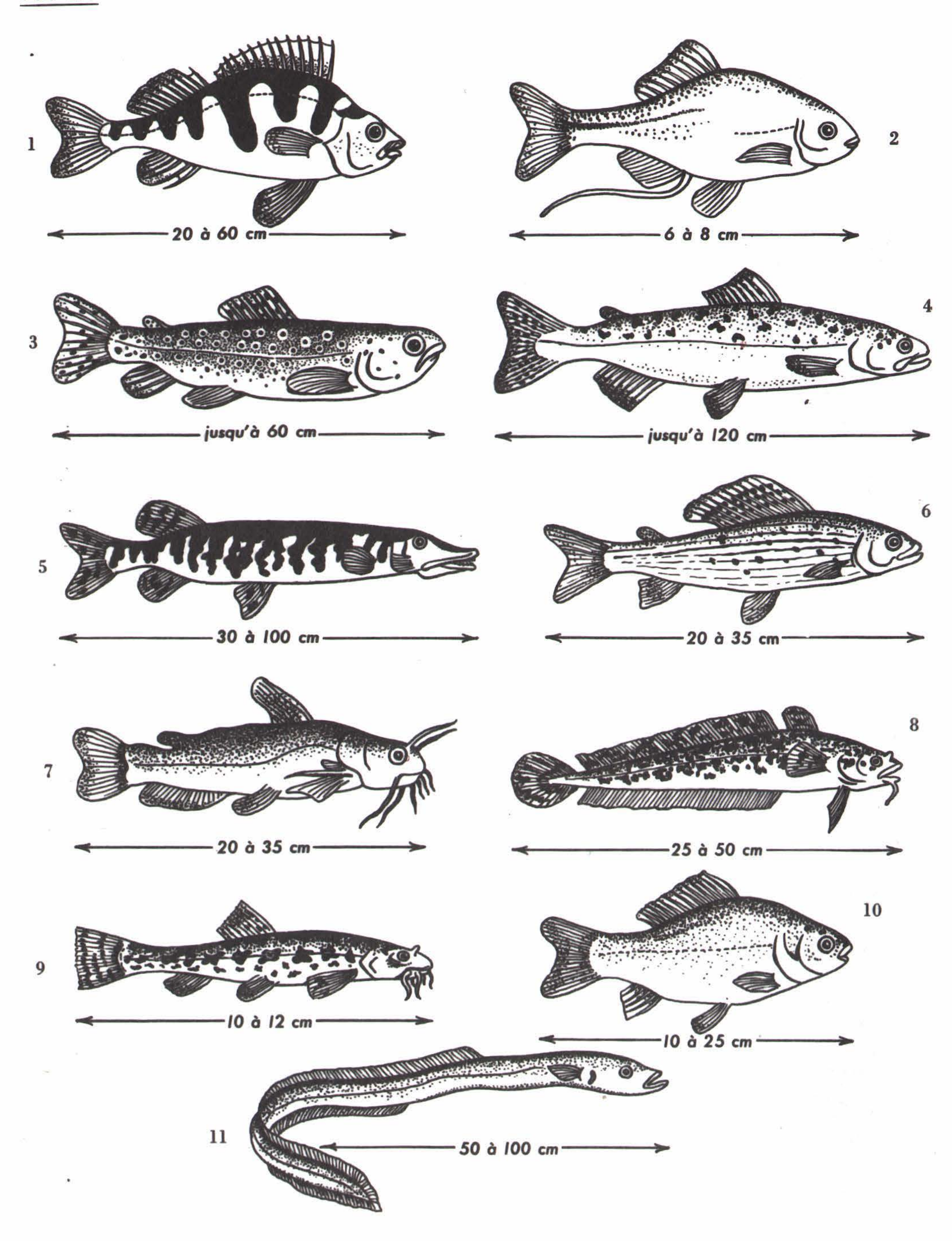


QUELQUES LARVES D'INSECTES COMMUNES DANS LES EAUX DOUCES
1 : Dytique. – 2 : Libellule (Æschne). – 3 : Éphémère. – 4 : Phrygane. – 5 : Moustique (Culex). – 6 : Nymphe de moustique. – 7 : Simulie. – 8 : Chironome. – 9 : Sialis.



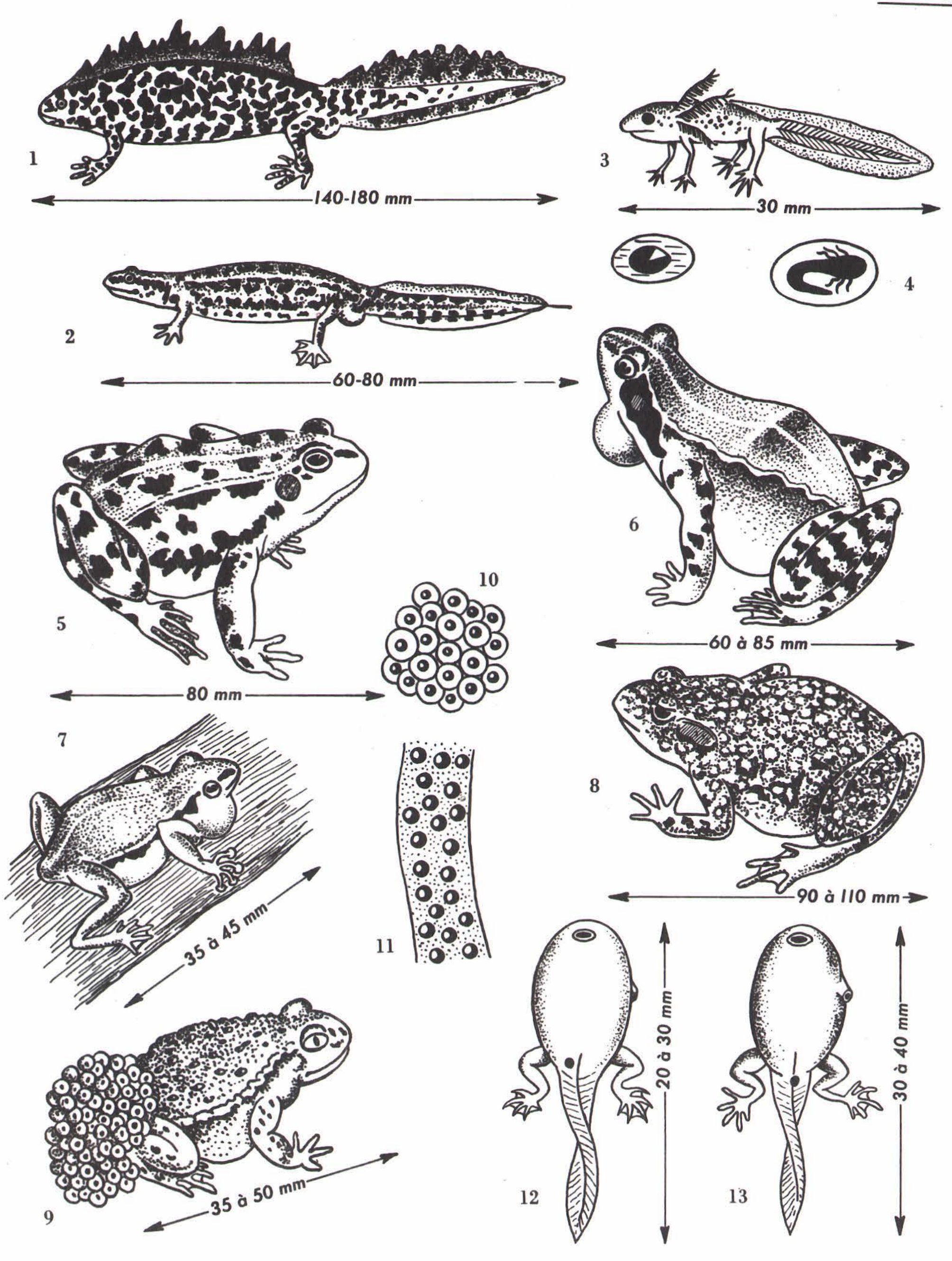
QUELQUES POISSONS D'EAU DOUCE

1 : Épinoche. – 2 : Épinochette. – 3 : Gambusia ♀. – 4 : Gambusia ♂. – 5 : Goujon. – 6 : Tanche. – 7 : Carpe. – 8 : Barbeau. – 9 : Ablette. – 10 : Blageon ou Souffie. – 11 : Vairon. – 12 : Vandoise. – 13 : Brème.



QUELQUES POISSONS D'EAU DOUCE

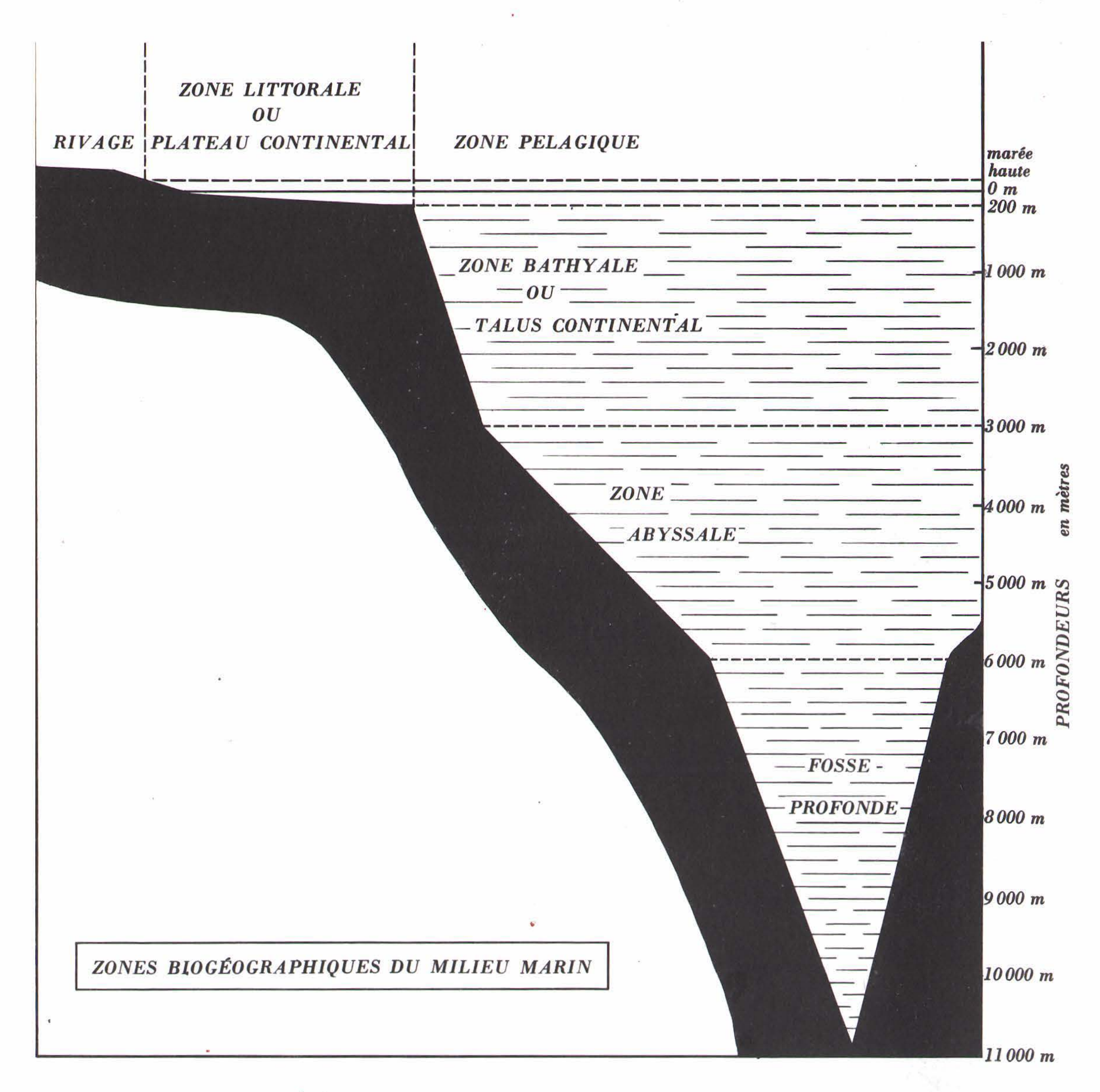
1 : Perche. – 2 : Bouvière. – 3 : Truite. – 4 : Saumon. – 5 : Brochet. – 6 : Ombre de rivière. – 7 : Poisson chat. – 8 : Lotte.– 9 : Loche franche. – 10 : Carassin. – 11 : Anguille.



QUELQUES BATRACIENS COMMUNS DANS LES EAUX DOUCES

1 : Triton à crête. – 2 : Triton palmé. – 3 : Têtard de Triton. – 4 : Œufs de Triton. – 5 : Grenouille verte. – 6 : Grenouille rousse. – 7 : Rainette. – 8 : Crapaud vulgaire. – 9 : Crapaud accoucheur. – 10 : Ponte de Grenouille. – 11 : Ponte de Crapaud. – 12 : Têtard de Grenouille. – 13 : Têtard de Crapaud.

LE MILIEU MARIN



Dans le milieu marin, les êtres vivants se répartissent suivant des zones (zones biologiques) présentant des rapports très étroits avec la configuration géographique des terrains sous-marins (zones géographiques).

Sur le schéma ci-dessus sont représentées les principales zones biogéographiques caractéristiques du milieu marin :

1° la *zone du rivage* ou zone de bordure, exceptionnellement recouverte par les eaux ;

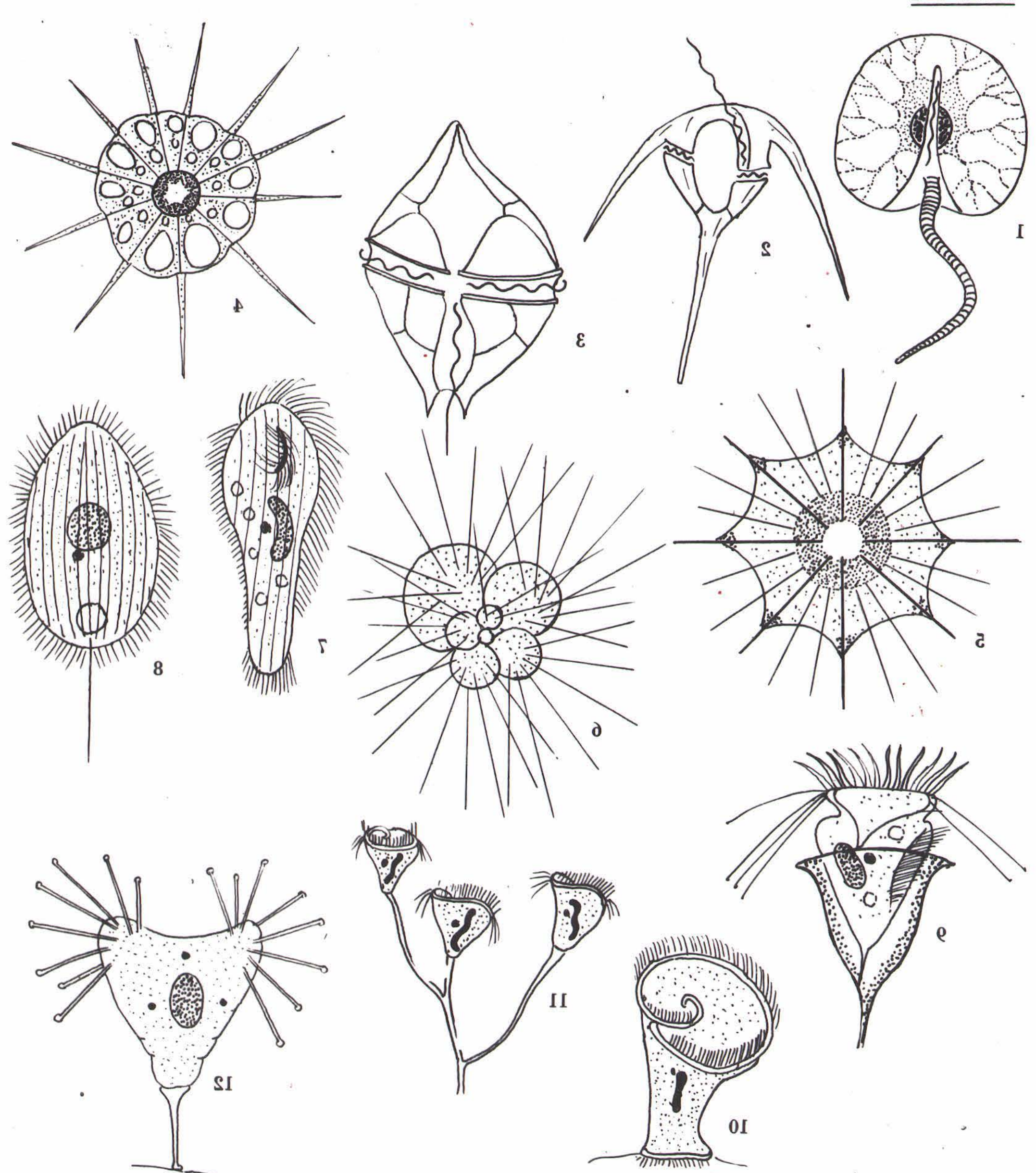
2° la *zone des marées*, alternativement recouverte et découverte par les marées océaniques;

3° la *zone littorale*, constamment immergée, qui s'étend du rivage à la profondeur de 200 mètres ;

4° la *zone bathyale*, qui recouvre le talus continental de 200 à 3 000 mètres de profondeur ;

5° la *zone abyssale*, ou *zone des eaux profondes*, va de 3 000 à 6 000 mètres de profondeur ; elle est creusée parfois de *fosses profondes* pouvant atteindre 11 000 mètres ;

6° la *zone pélagique*, ou *zone de surface de haute mer*, présente une faune et une flore caractéristiques formant le plancton marin.



Protozoaires communs dans le milieu marin :
Flagellés : 1 – *Noctiluca* (1 mm.) ; fréquent à la surface des mers chaudes. 2 – *Ceratium tripos* (500 microns) ; dans le plancton marin. 3 – *Peridinium pellucidum* (100 microns) ; Flagellé vert du plancton marin. Rhizopodes : 4 – *Actinophrys* (50 microns) ; Héliozoaire du plancton marin. 5 – *Acanthometron pellucidum* (50 microns) ; Radiolaire du plancton marin. 6 - *Globigerina* (1 mm.) ; Foraminifère du plancton marin. Ciliés : 7 – *Ancystrum mytili* (70 microns) ; Cilié vivant dans la cavité palléale des Moules. 8 – *Uronema marinum* (50 microns) ; fréquent dans le plancton marin. 9 – *Tintinnopsis campanula* (150 microns) ; Cilié fixé par un pédoncule. 10 – *Lichnophora* (120 microns) ; Cilié fixé sur des animaux marins : Vers, Échinodermes. 11 – *Carchesium* (60 microns) ; Vorticelles communes dans les eaux marines. 12 – *Acineta* (120 microns) ; Cilié fixé possédant des tentacules.

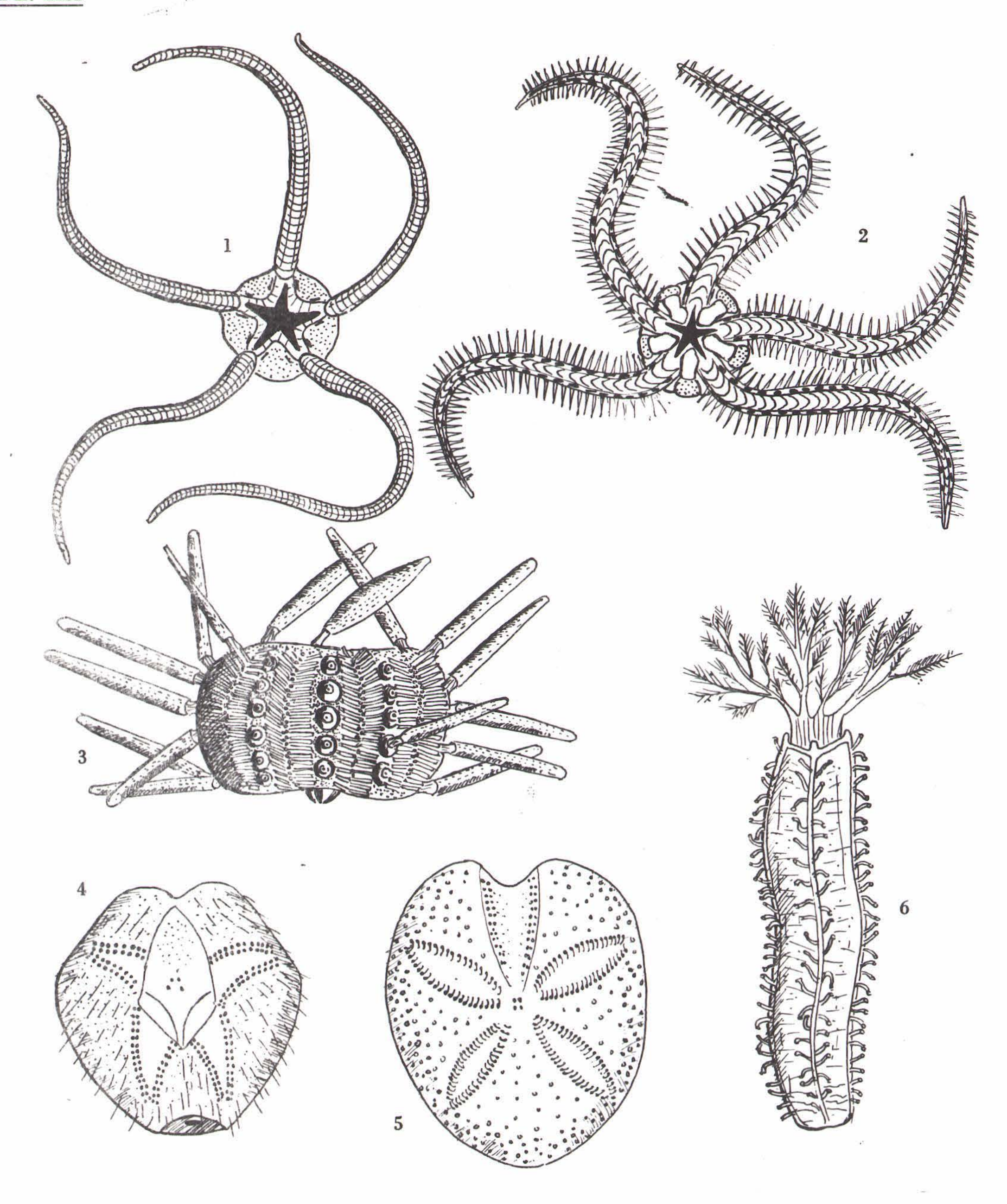


Quelques Cœlentérés communs dans le milieu marin :
1 – *Sagartia parasitica* (10 cm.) ; Actiniaire fréquent sur les coquilles habitées par les Pagures. 2 – *Adamsia palliata ;* Actiniaire fixé sur les coquilles habitées par les Pagures *;* sa bouche est située au-dessous du Pagure et profite des débris alimentaires laissés par le Crustacé. 3 – *Actinia equina* (7 cm.) ; Actiniaire brun-rouge ou vert fixé sur les rochers. 4 – *Cerianthus membranaceus* (30 cm.) ; Actiniaire à longs tentacules fixé sur les pierres. 5 – *Rhizostoma pulmo ;* Méduse acalèphe pouvant atteindre une très grande taille ; flotte à la surface de la mer et vient s'échouer sur les rivages. 6 – *Pelagia noctiluca* (6 cm.) ; Méduse acalèphe commune en Méditerranée ; couleur jaune, rouge ou orangée. 7 – *Cestus veneris* (1,50 m.) ; Cténophore en forme de ruban vivant en surface. 8 – *Cydippe plumosa* (2 cm.) ; Cténophore de forme ovoïde et pourvu de deux longs tentacules. 9 – *Beroe ovata* (16 cm.) ; Cténophore de forme conique se déplaçant à l'aide de palettes.

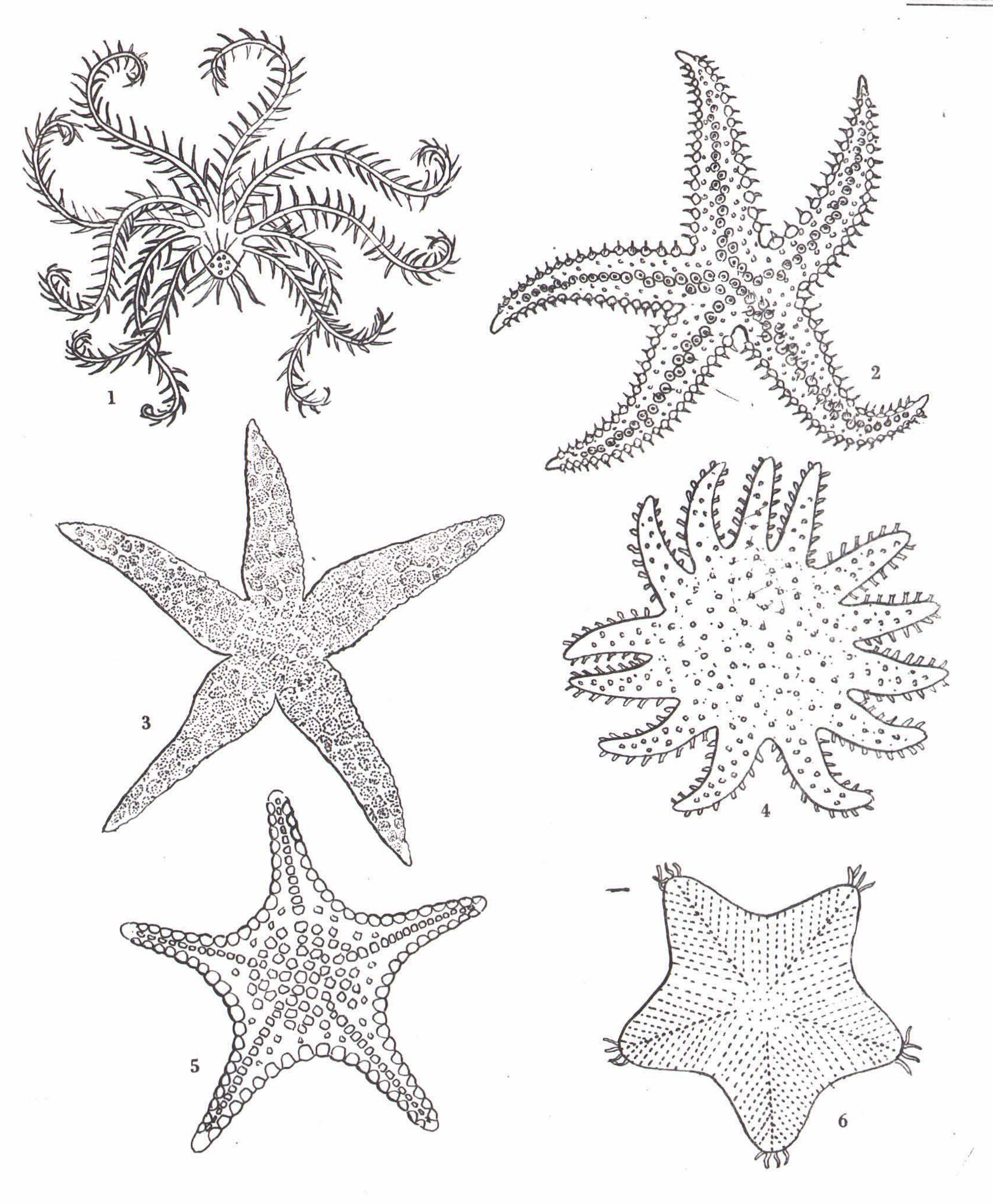


Quelques Cœlentérés communs dans le milieu marin (suite) :
1 a et 1 b – *Hydractinia ;* Hydraire formé de polypes ayant 1 cm. ; fréquent sur les coquilles habitées par les Pagures ; polypes nourriciers, polypes défenseurs, polypes reproducteurs. 2 – *Tubularia ;* Hydraire formé de polypes de 10 cm. 3 a et 3 b – *Sertularia ;* Hydraire colonial formé de tiges ramifiées portant des polypes disposés sur deux rangs. 4 a et 4 b – *Plumularia ;* Hydraire colonial formant des tiges dont les ramifications rappellent celles d'une plume ; les polypes sont disposés sur un rang. 5 – *Vellela ;* Siphonophore flottant à la surface de la mer et fréquemment rejeté sur les plages : flotteur portant des polypes sur sa face inférieure. 6-- *Alcyonium ;* Coralliaire fixé aux rochers. 7 – *Gorgonia ;* Coralliaire formant des tiges ramifiées fixées sur les rochers. 8 – *Corallium ;* Coralliaire de couleur rouge. 9 – *Veretillum ;* Coralliaire portant de nombreux polypes et dont la partie inférieure est enfoncée dans le sable.

PL. XX



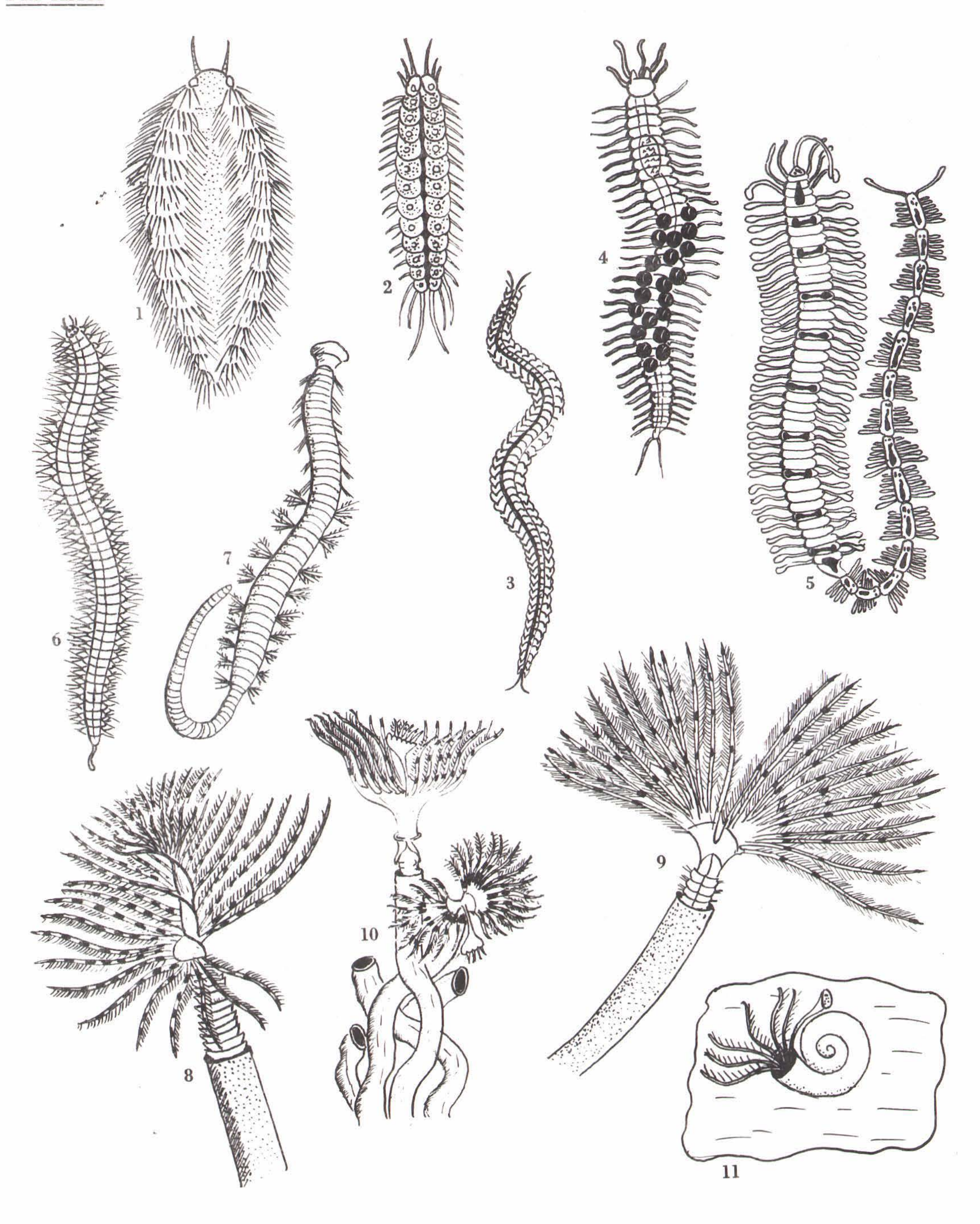
Quelques Echinodermes communs dans le milieu marin :
1 – *Ophiura lacertosa* (20 à 35 cm.) ; Ophiure de grande taille à bras cylindriques couleur brune ou rouge. 2 – *Ophioderma longicauda* (30 à 35 cm.) ; Ophiure de grande taille dont les bras présentent des piquants latéraux. 3 – *Cidaris affinis* (4 à 5 cm.) ; Oursin régulier caractérisé par la présence de gros piquants. 5 – *Echinocardium cordatum* (4 à 5 cm.) ; Oursin irrégulier au test en forme de cœur ; piquants grêles et couchés sur le test. 5 – *Spatangus purpureus* (10 à 12 cm.) ; Oursin irrégulier dont les zones ambulacraires dessinent 4 pétales ; coloration violette. 6 – *Cucumaria planci* (6 à 8 cm.) ; Holothurie ou cornichon de mer ; corps cylindrique et bouche entourée d'une couronne de tentacules pouvant se rétracter à l'intérieur du corps.



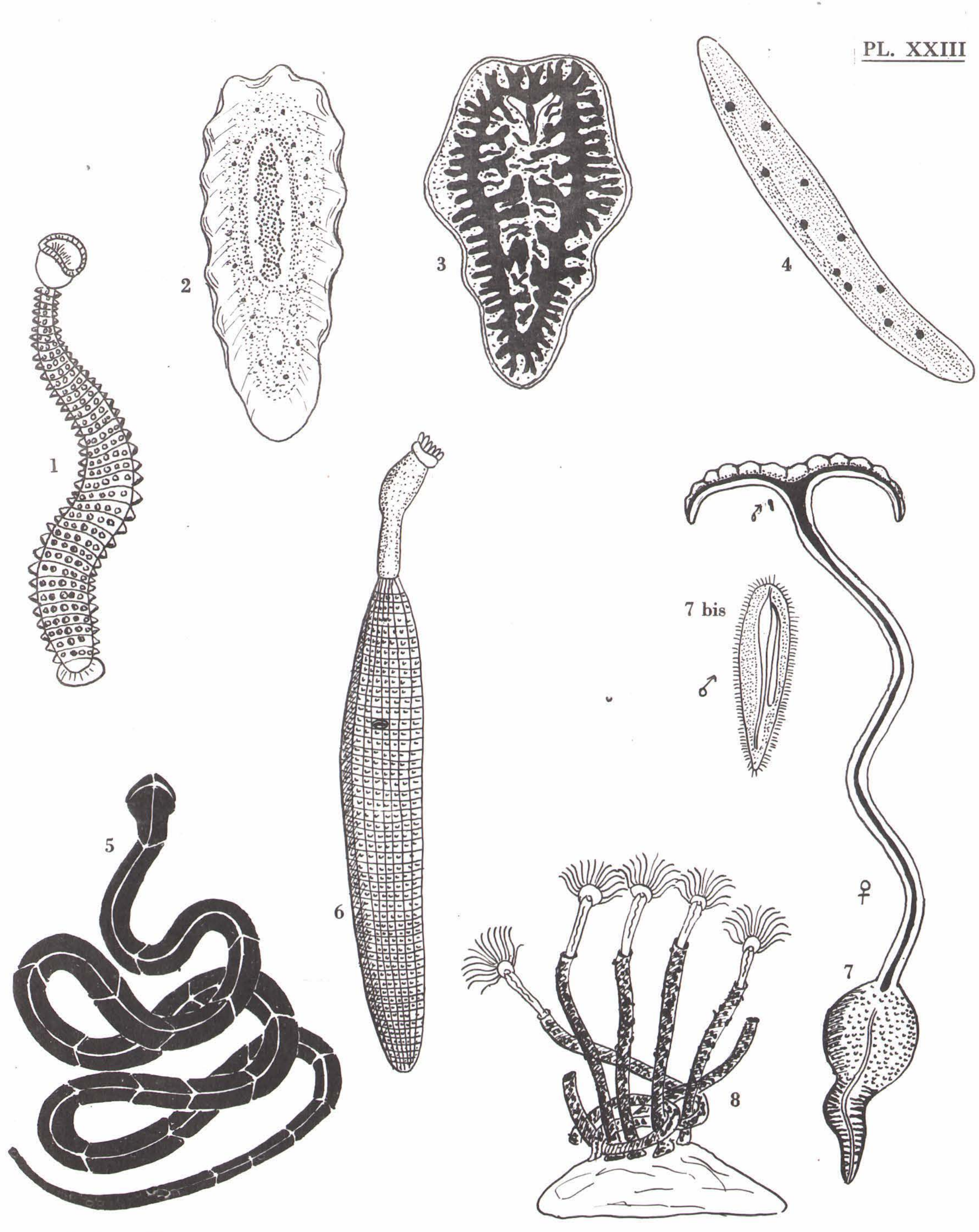
Quelques Echinodermes communs dans le milieu marin (suite) :

1 – *Antedon mediterranea* ou Comatule (10 cm.) ; Crinoïde de couleur rouge-orangé fixé sur les rochers. 2 – *Asterias glacialis* (30 cm.) ; étoile de mer à gros piquants ; couleur brune. 3 – *Echinaster sepositus* (30 cm.) ; étoile de mer à piquants courts et serrés ; couleur rouge-orangé. 4 – *Solaster papposus* (15 à 20 cm.) ; étoile de mer pourvue de 12 ou 14 bras, couleur rouge-jaunâtre. 5 – *Pentagonaster placenta* (10 cm.) ; étoile de mer de forme pentagonale ; corps recouvert de grandes plaques. 6 – *Asterina gibbosa* (4 à 7 cm.) ; étoile de mer à bras courts ; corps de forme massive et pentagonale ; couleur verte.

PL. XXII

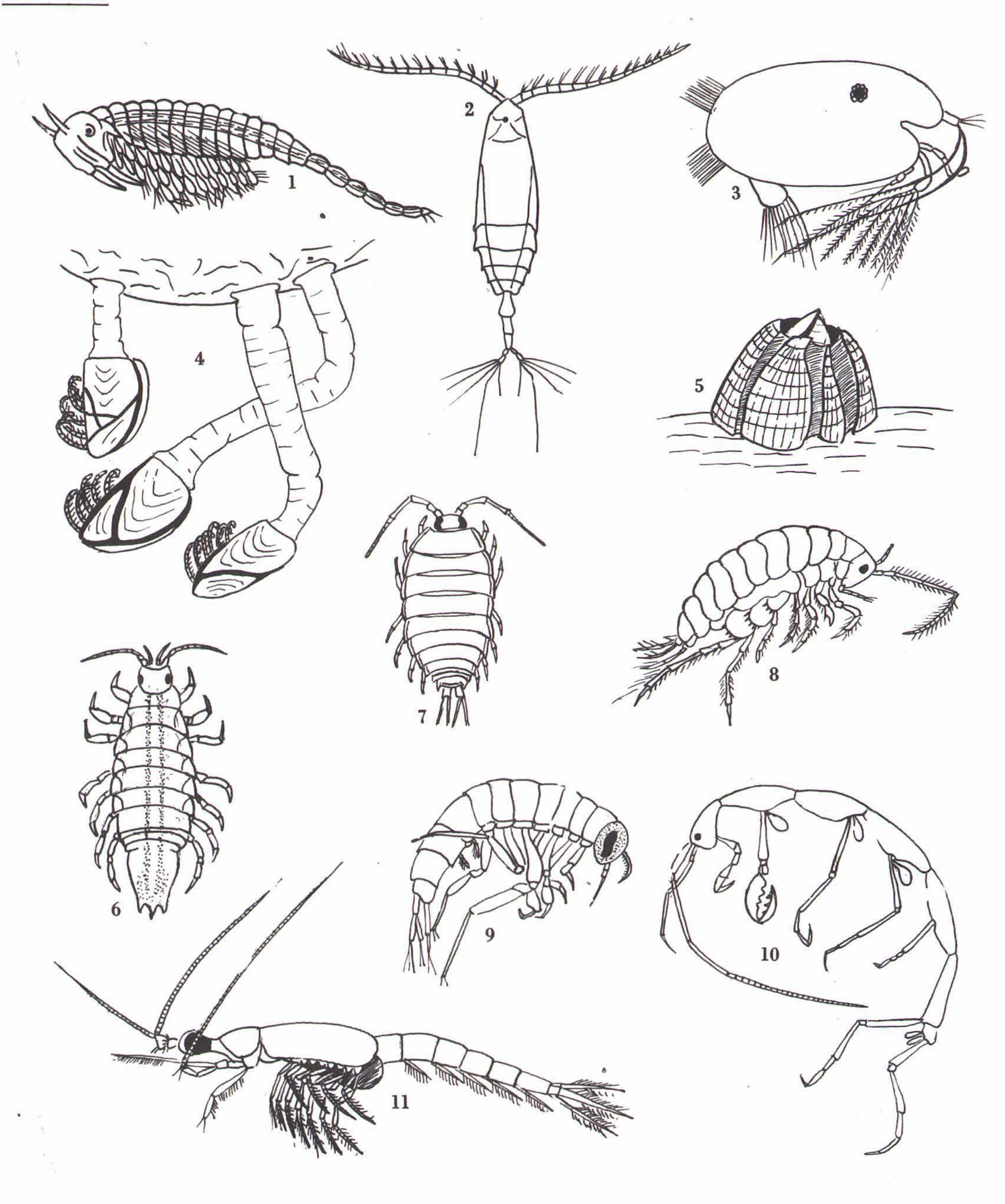


Quelques Annélides polychètes du milieu marin :
A – Annélides errantes : 1 – *Aphrodite aculeata* (10-20 cm.) ; 2 – *Harmothoe impar* (2 cm.) ; 3 – *Phyllodoce laminosa* (20-30 cm.) ; 4 – *Syllis prolifera* (2 cm.) ; 5 – *Myrianida pinnigera* (3 cm.) ; 6 – *Nephthys Hombergi* (20 cm.). B – Annélides sédentaires : 7 – *Arenicola marina* (20 cm.) ; 8 – *Spirographis Spallanzanii* (30 cm.) ; 9 – *Sabella pavonina* (20 cm.) ; 10 – *Serpula vermicularis* (5-7 cm.) ; 11 – *Spirorbis borealis* (2 cm.).

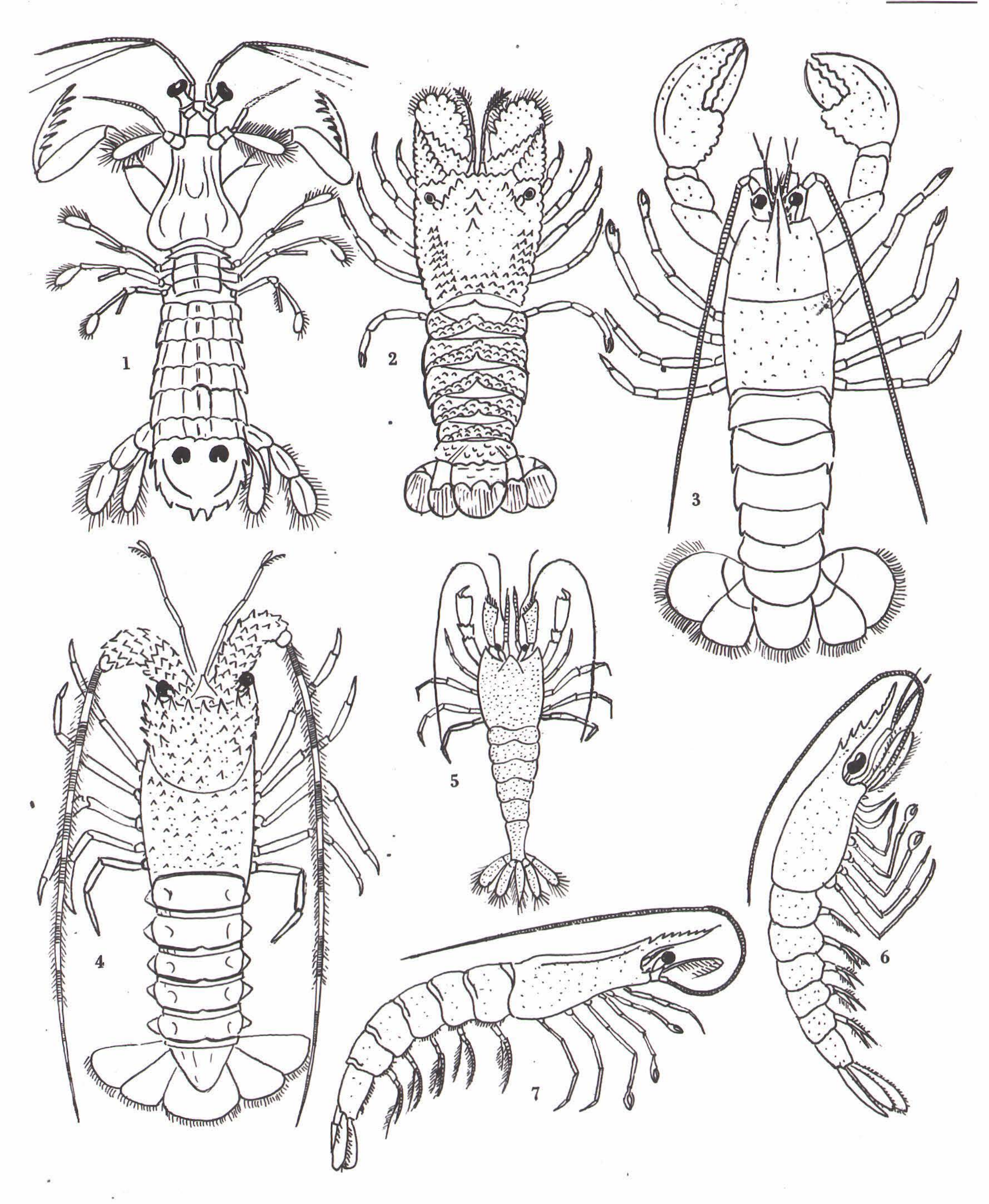


Quelques Vers communs dans le milieu marin :
Hirudinées : 1 – *Pontobdella muricata* (15-20 cm.) ; sur les Raies. Planaires : 2 – *Leptoplana tremellaris* (3 cm.) ; 3 – *Stylochus neapolitanus* (3 cm.) ; 4 – *Convoluta roscoffensis* (1 mm.) (avec Zoochlorelles symbiotiques). Némertiens : 5 – *Carinella annulata* (150 cm.). Géphyriens : 6 – *Sipunculus nudus* (20-30 cm.) ; 7 – *Bonellia viridis* femelle (jusqu'à 150 cm.) ; 7 bis – *Bonellia* mâle (2-3 mm.) ; 8 – *Phoronis hippocrepis* (2-3 cm) ; tubes membraneux.

PL. XXIV

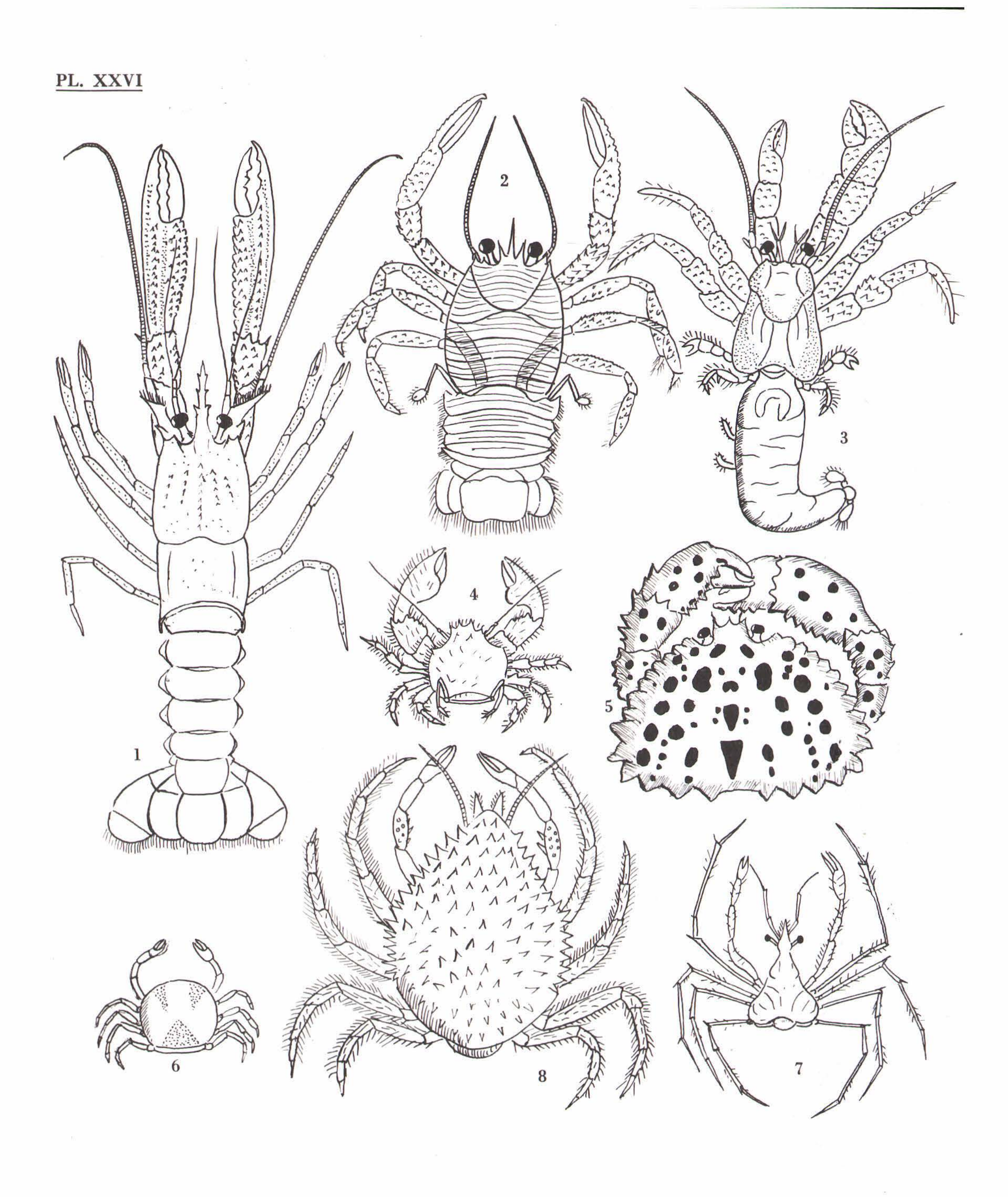


Quelques Crustacés communs dans le milieu marin :
Phyllopodes : 1 – *Artemia salina* (10 mm.) ; dans les marais salants. Copépodes : 2 – *Calanus finnmarchicus* (10 mm.) ; pélagique. Ostracodes : 3 – *Cypridina Mariea* (2 mm.). Cirripèdes : 4 – *Lepas anatifera* (10 cm.) ; fixés sur les coques des bateaux. 5 – *Balanus perforatus* (25 mm.) ; fixés sur les rochers. Isopodes : 6 – *Idothea baltica* (35 mm.) ; commun dans les Algues. 7 – *Ligia Oceanica* (30 mm.) ; sur la grève, dans les Algues. *Amphipodes* : 8 – *Talictrus saltator* (25 mm.) ; sur la grève, dans les Algues. 9 – *Euthemisto bispinosa* (16 mm.) ; Crevette rouge de l'Atlantique. 10 – *Caprella æquilibra* (20 mm.). Schizopodes : 11 – *Mysis vulgaris* (10 mm.).

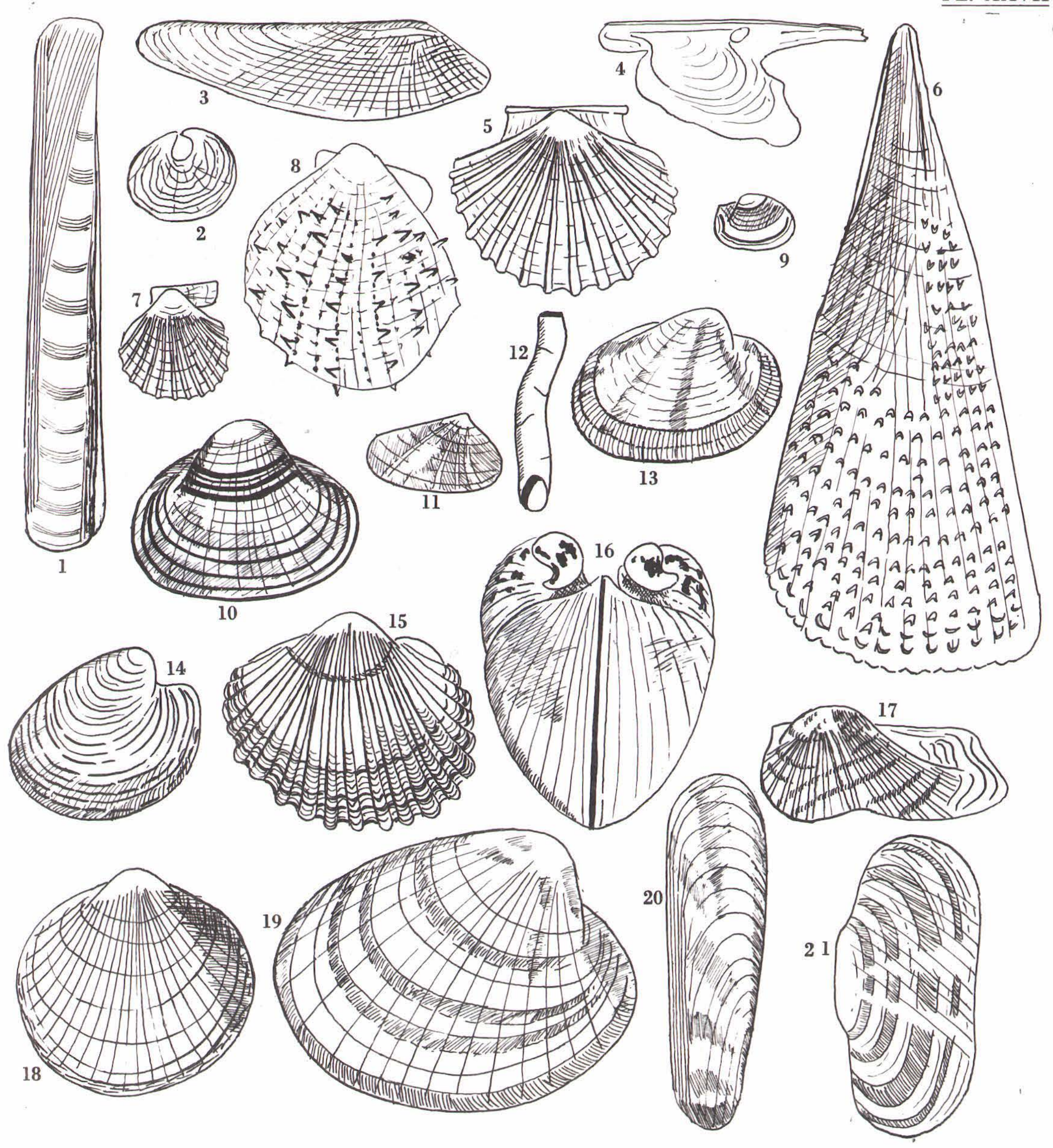


Quelques Crustacés communs dans le milieu marin (suite) :
Stomatopodes : 1 – *Squilla mantis* (15 cm.). Décapodes : 2 – *Scyllarus mantis ;* la Cigale de mer (10 cm.). 3 – *Homarus vulgaris ;* le Homard (jusqu'à 60 cm.). 4 – *Palinurus vulgaris ;* la Langouste (40 cm.). 5 – *Crangon vulgaris ;* la Crevette grise (6 cm.). 6 – *Palæmon serratus ;* la Crevette rose ou Bouquet (10 cm.). 7 – *Penœus camarote ;* la Crevette camarote (15 cm.).

PL. XXVI

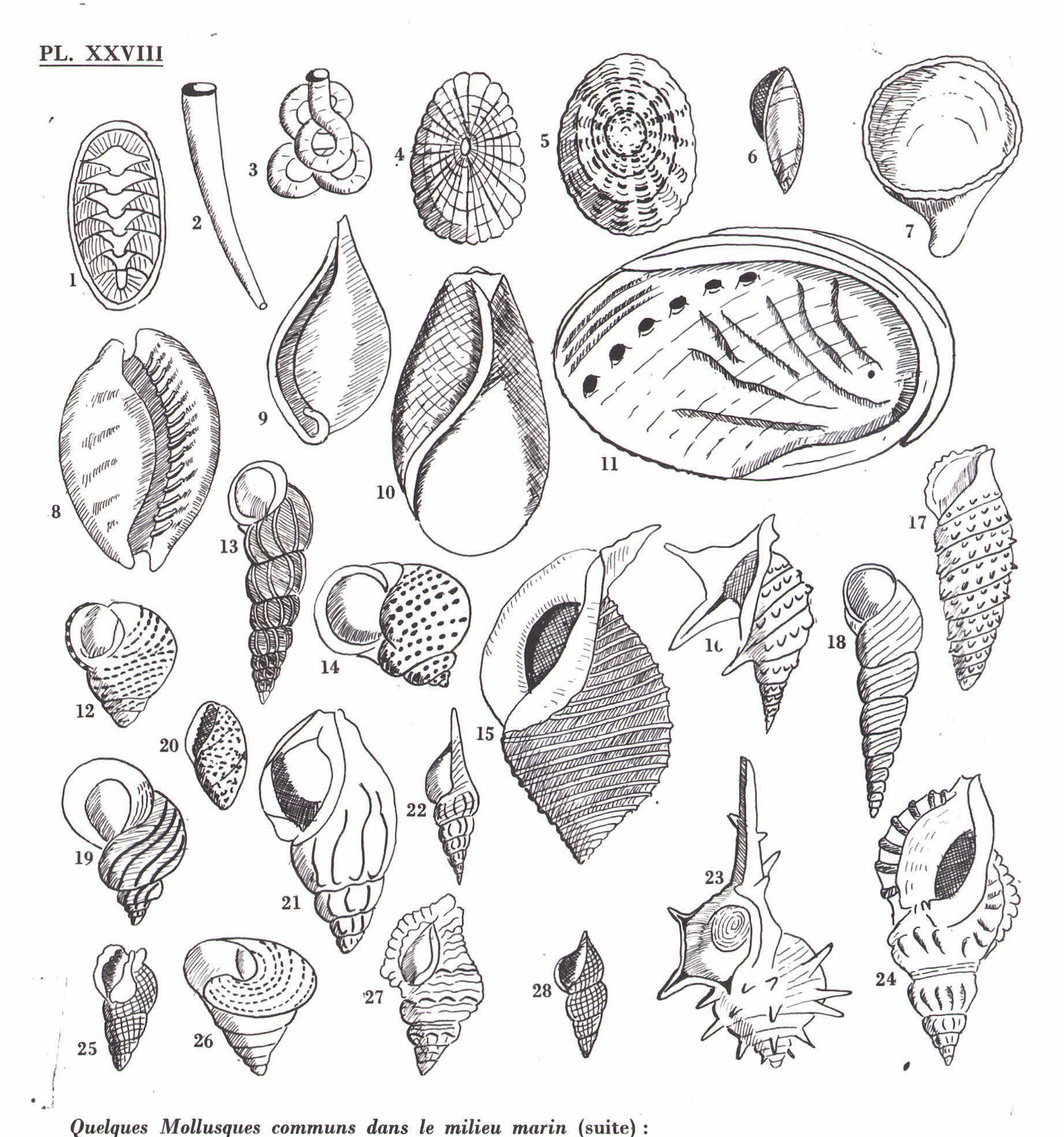


Quelques Crustacés communs dans le milieu marin (fin) :
Décapodes macroures : 1 – *Nephrops norvegicus ;* la Langoustine (16 cm.). 2 – *Galatea strigosa ;* la Galatée (10 cm.). Décapodes anomoures : 3 – *Pagurus bernhardus ;* le Bernard l'hermite ou Pagure (15 cm.) ; loge dans les coquilles vides des Gastéropodes. Décapodes brachyoures : 4 – *Porcellana platycheles ;* le Crabe porcelaine (15 mm.). 5 – *Calappa granulata ;* le Crabe migrane (9 cm.). 6 – *Pinnotheres pisum ;* le crabe pinnothère (12 mm.) ; vit dans la cavité palléale des moules. 7 – *Stenorhynchus rostratus* (5 cm.). 8 – *Maia squinado ;* l'araignée de mer (jusqu'à 40 cm.).

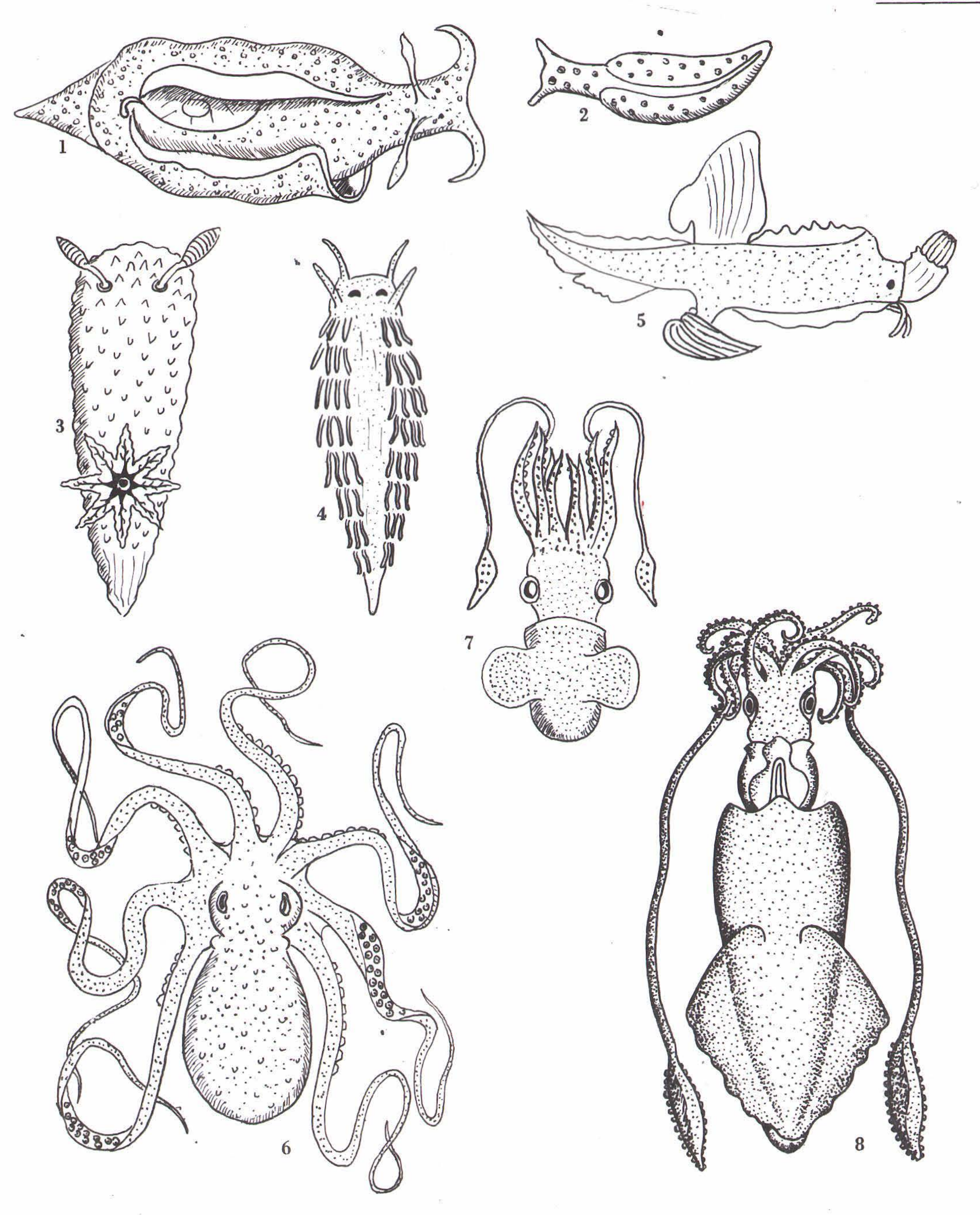


Quelques Mollusques lamellibranches communs dans le milieu marin :
1 – *Solen siliqua ;* Solen silique (20 cm.). 2 – *Anomia ephippium ;* Anomie pelure d'oignon (3 cm.). 3 – *Pholas dactylus ;* Pholade dactyle (10 cm.). 4 – *Avicula Hirundo ;* Avicule hirondelle (7 cm.). 5 – *Pecten Jacobeus ;* Pecten de Jacob (10 cm.). 6 – *Pinna nobilis ;* Jambonneau (jusqu'à 60 cm). 7 – *Chlamys varius ;* Peigne variable (6 cm.). 8 – *Spondylus gaederopus ;* Spondyle pied d'âne (8 cm.). 9 – *Tellina tenuis ;* Telline papillon (15 mm.). 10 – *Mactra corallina ;* Mactre coralline (5 cm.). 11 – *Donax anatinum ;* Donace des canards (4 cm.). 12 – *Teredo norvegica ;* Taret de Norvège (jusqu'à 30 cm.). 13 – *Tapes decussatus ;* Clovisse (4 cm.). 14 – *Venus verrucosa ;* Venus à verrues ou Praire (5 cm.). 15 – *Cardium tuberculatum ;* Bucarde à tubercules (6 cm.). 16 – *Isocardia cor ;* Isocarde cœur de bœuf (12 cm.). 17 – *Arca noe ;* Arche de Noé (8 cm.). 18 – *Pectunculus glycemeris ;* Pectoncle large ou Amande de mer (6 cm.). 19 – *Cytherea chione ;* Cytherée fauve ou Grande Palourde (7 cm.). 20 – *Lithodomus lithophagus ;* Lithodome lithophage (6 cm.). 21 – *Solenocurtus strigilatus* – Solenocurte rose (6 cm.).

PL. XXVIII



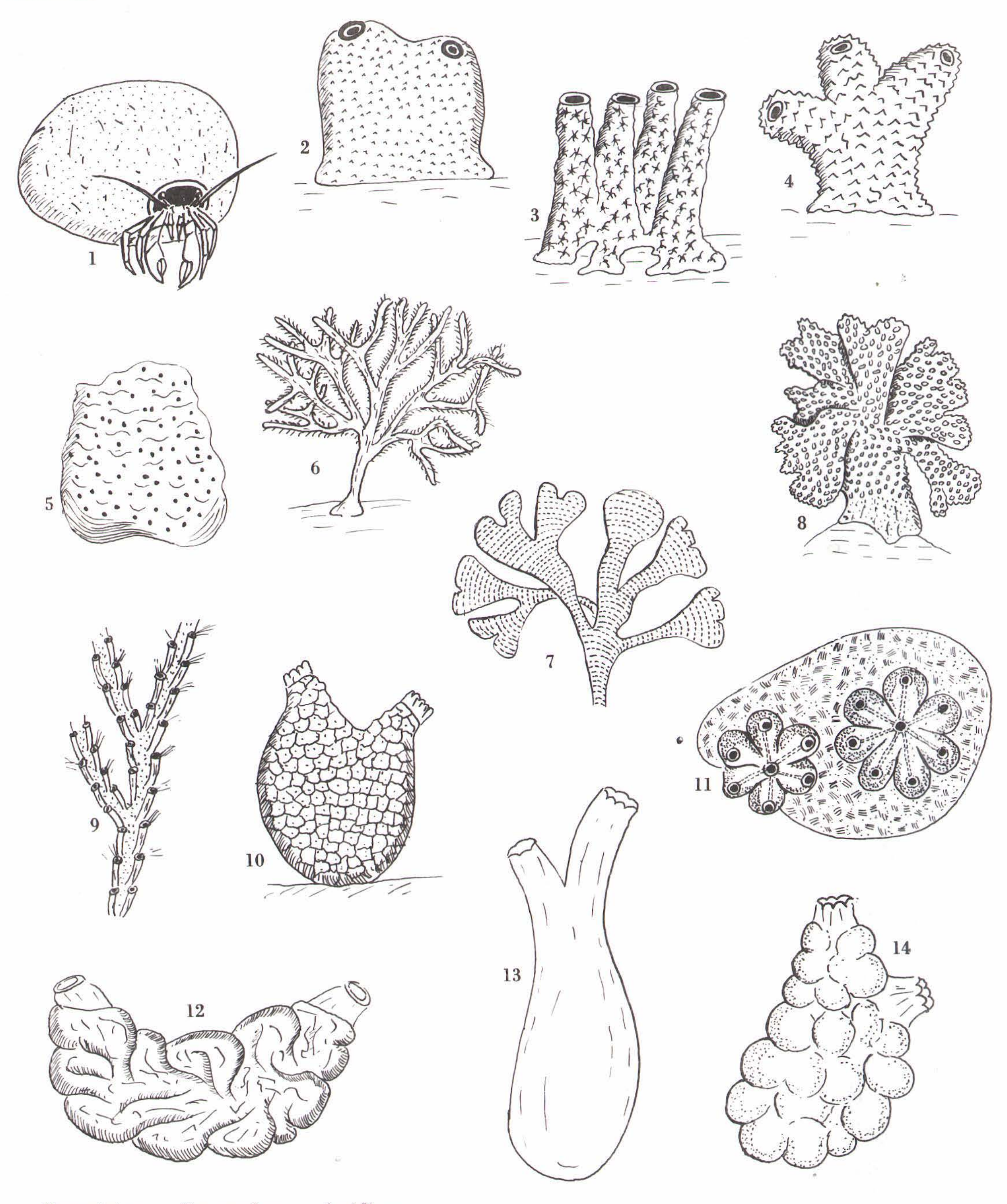
Quelques Mollusques communs dans le milieu marin (suite) :
Amphineures : 1 – *Chiton cinereus ;* Chiton cendré (15 mm.). *Scaphopodes* : 2 – Dentalium vulgare ; Dentale vulgaire (4 cm.). Gastéropodes : 3 – *Vermetus triqueter ;* Vermet à 3 angles (diam. 6 mm.). 4 – *Fissurella reticulata ;* Fissurelle réticulée (2,5 cm.). 5 – *Patella vulgata ;* Patelle vulgaire (4 cm.). 6 – *Mitra cornicula ;* Mitre petite corne (2 cm.). 7 – *Capulus hungaricus ;* Chapeau hongrois (4 cm.). 8 – *Cyprea pirum ;* porcelaine en forme de poire (3 cm.). 9 – *Ovula adriatica ;* Ovule adriatique (2 cm.). 10 – *Scaphander lignarius ;* Bulle oublie (7 cm.). 11 – *Haliotis tuberculata ;* Oreille de mer ou Ormeau (8 cm.). 12 – *Trochocochlea turbinata ;* Troque en forme de toupie (2 cm.). 13 – *Scala communis ;* Scalaire commune (3 cm.). 14 – *Natica millepunctata ;* Natice à mille points (4 cm.). 15 – *Morio rugosa ;* Casque rugueux (7 cm.). 16 – *Apporrhais pes pelicani ;* Apporrhais pied de pelican (5 cm.). 17 – *Cerithium vulgatum ;* Cérithe commun (6 cm.). 18 – *Turritella communis* – Turritelle commune [redacted] *littorea ;* Bigorneau (3 cm.). 20 – *Columbella rustica ;* Colombelle rustique [redacted] ; Buccin ondé (7 cm.). 22 – *Fusus rostratus ;* Fuseau rostré (5 cm.). [redacted] épine (8 cm.). 24 – *Triton cutaceus ;* Triton (8 cm.). 25 – *Nassa reti-* [redacted] 26 – *Calliostoma granulatum ;* Troque granuleux (3 cm.). 27 – *Ocinebra* [redacted] (4 cm.). 28 – *Mangilia purpurea ;* Pleurotome pourpré (2 cm.).



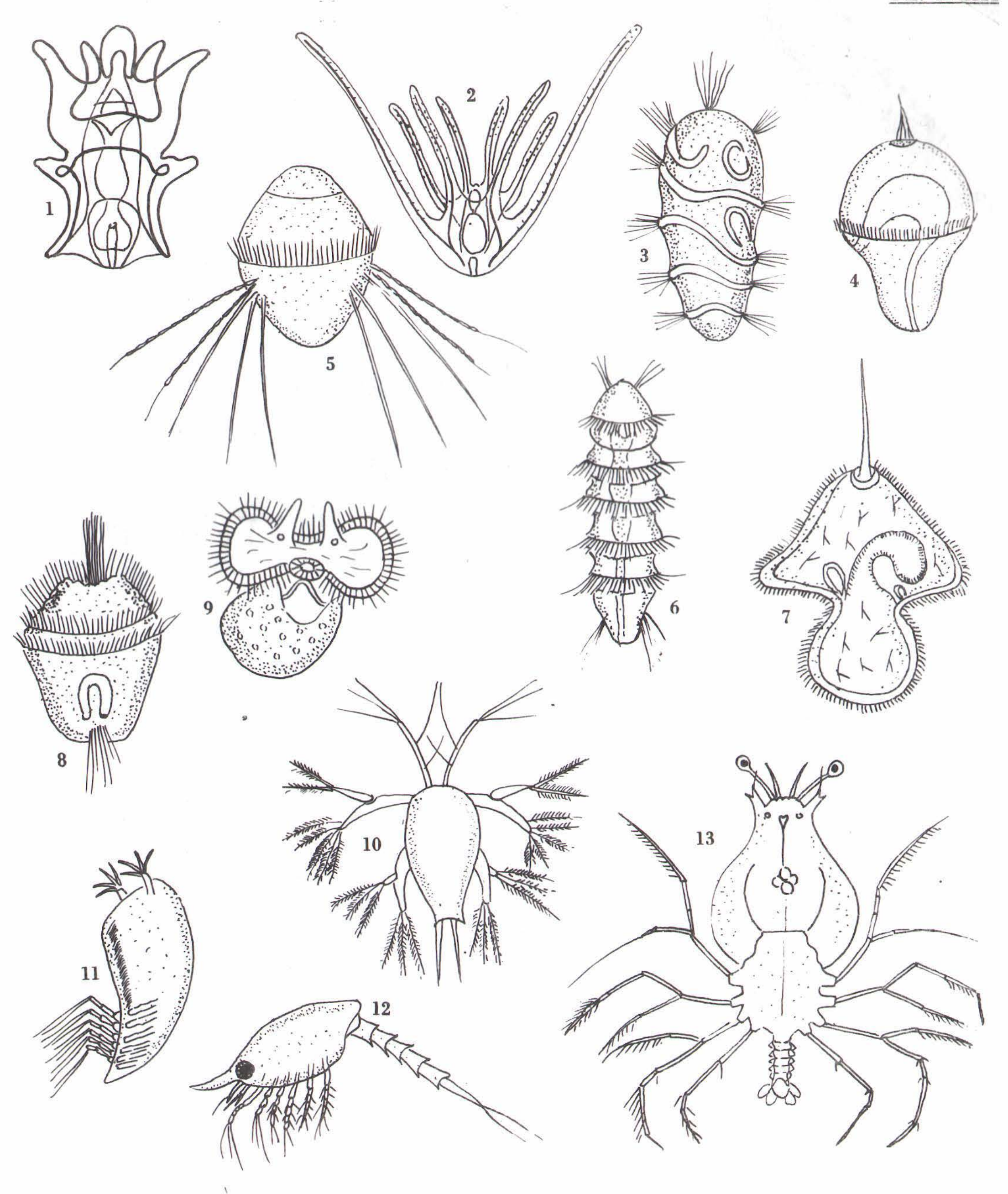
Quelques Mollusques communs dans le milieu marin (suite) :

Gastéropodes tectibranches : 1 – *Aplysia depilans ;* Aplysie ou Lièvre de mer (10 cm.). *Gastéropodes Nudibranches* : 2 – *Elysia viridis* (3 cm.). 3 – *Doris tuberculata* (10 cm.). 4 – Eolis glauque (45 mm.). Gastéropodes Hétéropodes : 5 – *Carinaria mediterranea ;* la Carinaire de Méditerranée (20 cm.). Céphalopodes octopodes : 6 – *Octopus vulgaris ;* le poulpe vulgaire (1 m.). Céphalopodes décapodes : 7 – *Sepiola Rondeletti ;* la Sépiole (6 cm.). 8 – *Loligo vulgaris ;* le Calmar commun (15 cm.).

PL. XXX

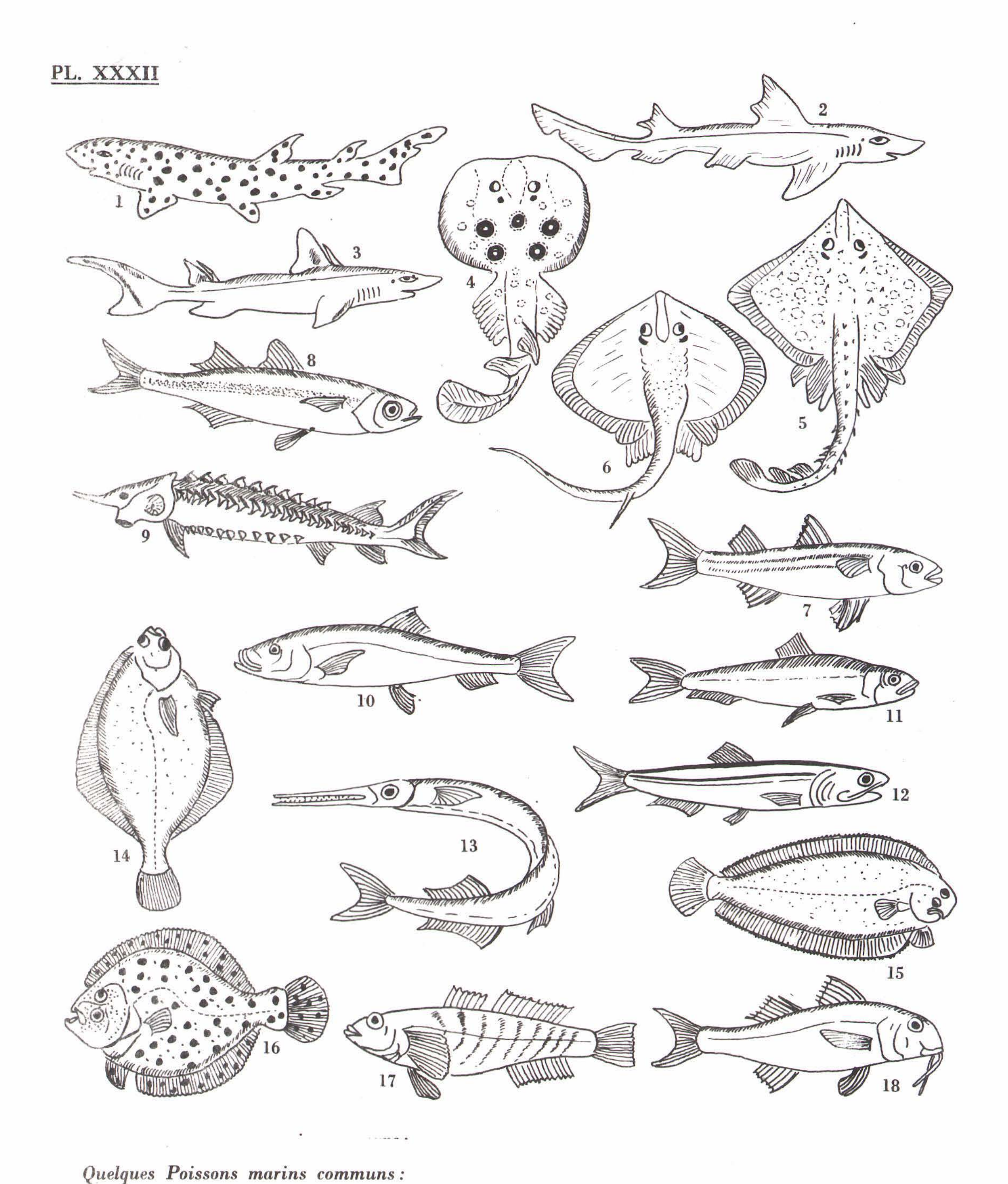


Spongiaires – Bryozoaires – Ascidies :
Spongiaires : 1 – ***Suberites domuncula*** (10 cm.). 2 – ***Euspongia officinalis ;*** Éponge officinale (30 cm. environ). 3 – Aplysina aerophoba (10 cm.). 4 – ***Spongelia pallescens*** (15 cm.). 5 – ***Cliona celata*** (5 cm.) ; dévaste les bancs d'huîtres. 6 – ***Raspailia viminalis*** (30 cm.). Bryozoaires : 7 – ***Flustra foliacea ;*** sur les coquilles (20 cm.). 8 – ***Retespora cellulosa ;*** Dentelle de Neptune (jusqu'à 40 cm).. 9 – ***Crisia cornuta*** (15 cm.). Ascidies : 10 – ***Cynthia papillosa ;*** poire de mer (5 cm.). 11 – ***Botryllus Schlosseri;***les Botrylles coloniaux (10 cm.). 12 – ***Microcosmus sulcatus ;*** le Violet ou Bijut ; comestible (10 cm.). 13 – ***Ciona intestinalis ;*** la Ciona (17 cm.). – 14 – ***Phallusia mammilata*** (10 cm.).

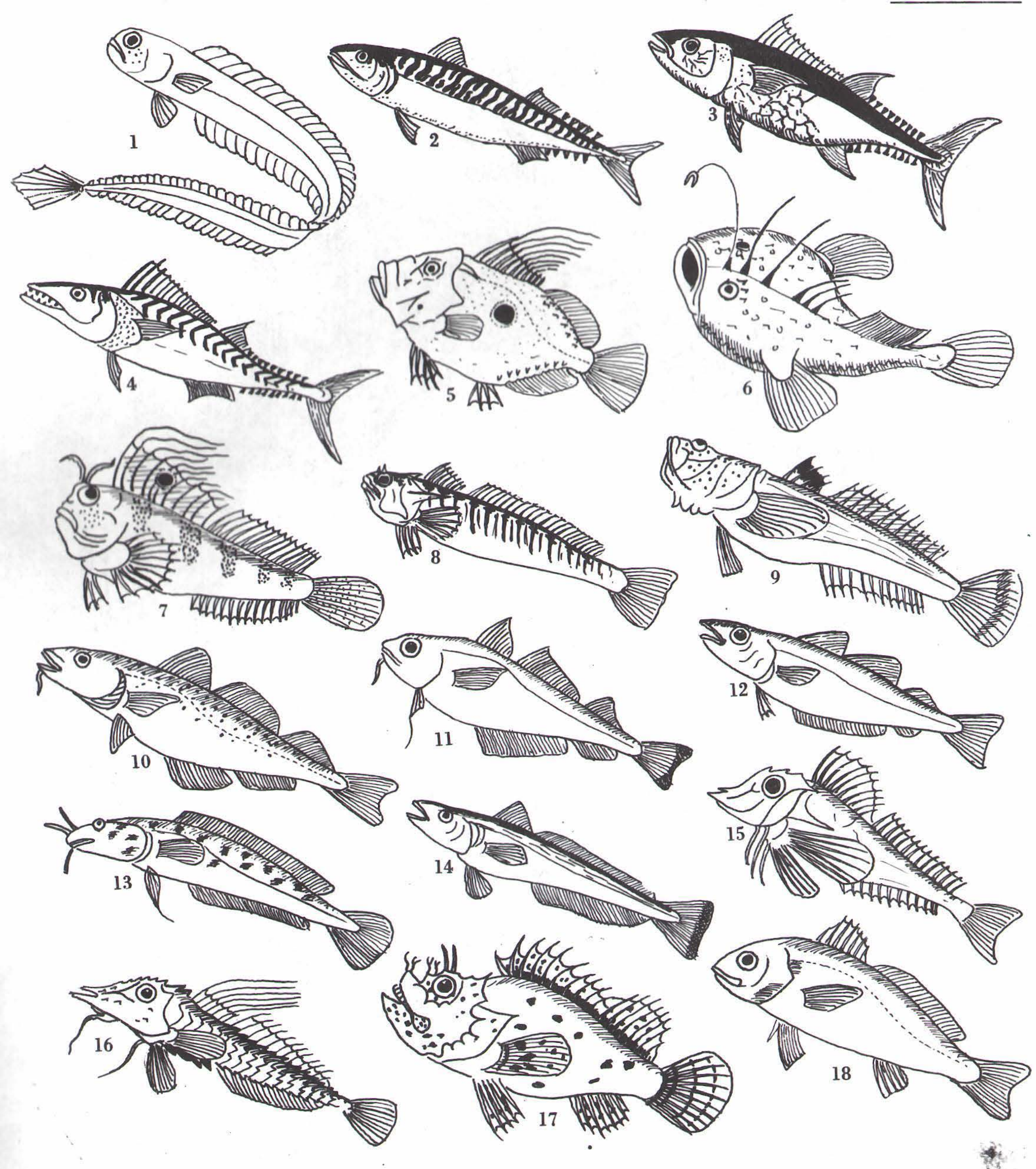


Quelques Larves communes dans le milieu marin :
Échinodermes : 1 – Larve bipinnaria de l'Étoile de mer. 2 – Larve ophiopluteus de l'Ophiure. 3 – Larve doliolaria de Crinoïde. Vers : 4 – Larve trochophore de Nephthys. 5 – Larve trochophore de Sabelle. 6 – Larve polytroque d'Annélide. Némertiens : 7 – Larve pilidium de Némertien. Mollusques : 8 – Larve trochophore de Patelle. 9 – Larve véligère du Vermet. Crustacés : 10 – Larve nauplius de Crevette camarote. 11 – Larve cypris de Crustacé. 12 – Larve mysis de Homard. 13 – Larve phyllosome de Langouste. Toutes ces larves sont microscopiques (ordre de grandeur : d'un à quelques millimètres).

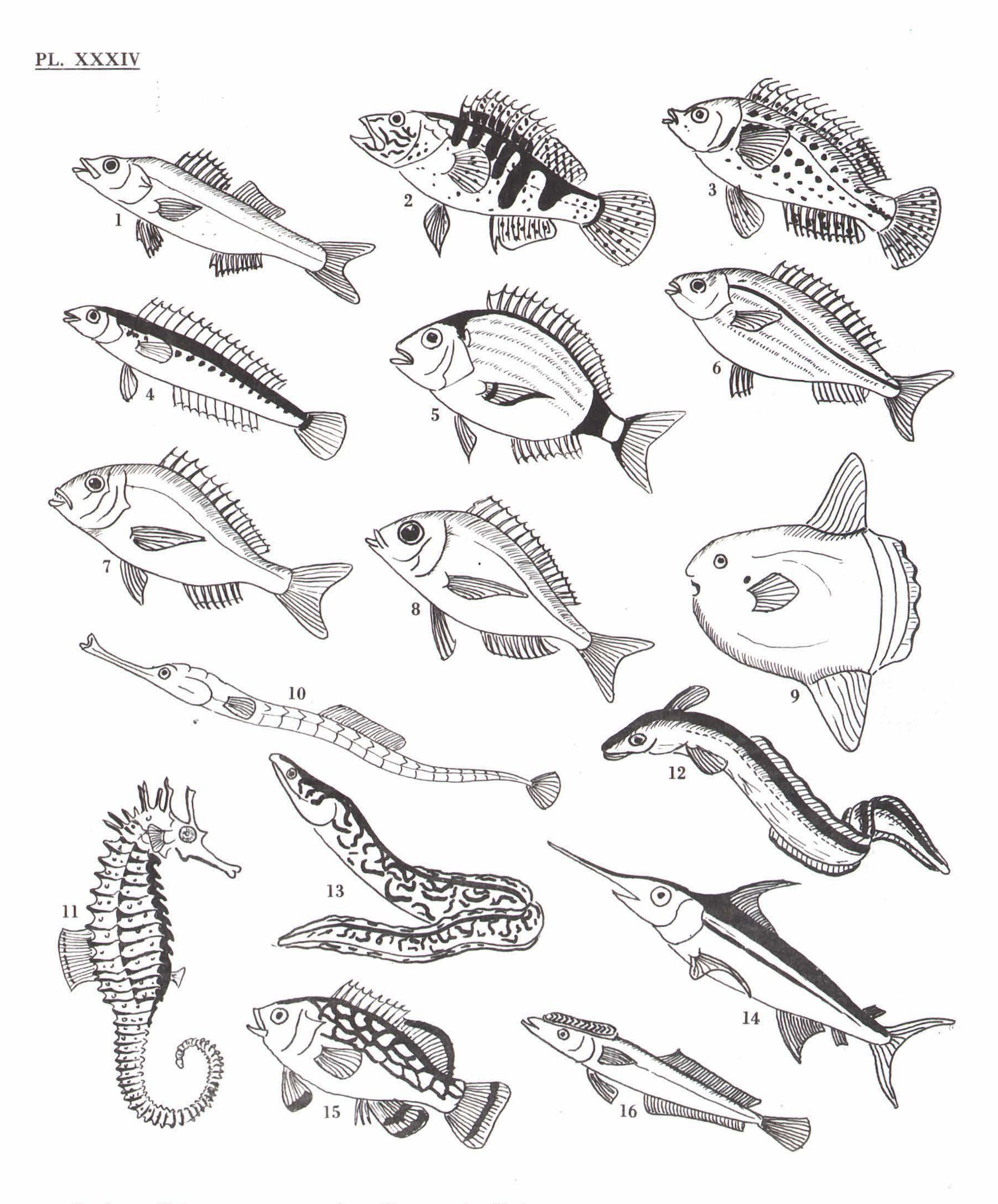
PL. XXXII



Quelques Poissons marins communs :
1 – ***Scyllium canicula ;*** petite Roussette (80 cm.). 2 – ***Mustelus hinnulus ;*** Emissole ou Moutelle (jusqu'à 2 m.). 3 – ***Acanthias vulgaris ;*** Requin Aiguillat (1,50 m.). 4 – ***Torpedo marmorata ;*** Torpille (jusqu'à 1 m.). 5 – ***Raia clavata ;*** la Raie (1 m.). 6 – ***Trygon pastinaca ;*** Pastenague (jusqu'à 1,50 m.). 7 – ***Mugil cephalus ;*** Muge (50 cm.). 8 – ***Atherina presbyter ;*** Atherine (15 cm.). 9 – ***Acipenser sturio ;*** Esturgeon (1 à 3 m.). 10 – ***Clupea harengus*** – Hareng (35 cm.). 11 – ***Alosa pilchardus ;*** Sardine (20 cm.). 12 – ***Engraulis encrasicholus ;*** Anchois (20 cm.). 13 – ***Belone bellone ;*** Orphie (80 cm.). 14 – ***Pleuronectes limanda ;*** Limande (30 cm.). 15 – ***Solea vulgaris ;*** Sole (45 cm.). 16 – ***Rhombus maximus ;*** Turbot (80 cm.). 17 – ***Gobius capito ;*** Gobi (30 cm.). 18 – ***Mullus barbatus ;*** Rouget (jusqu'à 40 cm.).



Quelques Poissons marins communs (suite) :
1 – *Cepola rubescens ;* Cepole (50 cm.). 2 – *Scomber scombrus ;* Maquereau (40 cm.). – 3 *Thymus vulgaris ;* Thon (2 m.). 4 – *Pelamys sarda ;* Bonite (60 cm.). 5 – *Zeus Faber ;* Saint-Pierre (50 cm.). 6 – *Lophius piscatorius ;* Baudroie (1,50 m.). 7 – *Blennius ocellaris ;* Blennie (20 cm.). 8 – *Trachinus draco ;* Vive (50 cm.). 9 – *Uranoscopus scaber ;* Uranoscope (25 cm.). 10 – *Gadus morrhua ;* Mo[illegible] [illegible]m.). 11 – *Gadus capelanus ;* Capelan (25 cm.). 12 – *Merlangus vulgaris ;* Merlan (45 cm.). 13 – *Mo[illegible] [illegible]cirrata ;* Motelle ou Loche de mer (40 cm.). 14 – *Merluccius vulgaris ;* Merluche (80 cm.). 15 – *Trigla lyra ;* Grondin (40 cm.). 16 – *Peristhetion cataphractum ;* Malarmat (30 cm.). 17 – *Scorpena scrofa ;* Rascasse (50 cm.). 18 – *Umbrina cirrosa ;* Ombrine (60 cm.).



Quelques Poissons communs du milieu marin (fin) :
1 – ***Labrax lupus*** ; le Loup (80 cm.). 2 – *Serranus scriba* ; Serran (25 cm.). 3 – ***Crenilabrus pavo*** ; Vieille (30 cm.). 4 – *Julis vulgaris* ; Girelle (25 cm.). 5 – *Diplodus vulgaris* ; Sargue (25 cm.). 6 – ***Boops salpa*** ; Saupe (40 cm.). 7 – *Chrysophrys aurata* ; Dorade (50 cm.). 8 – ***Pagellus erythrynus*** ; Pageau (50 cm.). 9 – *Orthagoriscus mola* ; Poisson lune (2 m.). 10 – *Syngnatus rubescens* ; Syngnate (30 cm.). 11 – *Hippocampus guttulatus* ; Hippocampe (15 cm.). 12 – *Conger vulgaris* ; Congre (2 m.). 13 – ***Murœna Helena*** ; Murène (1 m. 50). 14 – *Xiphias gladius* ; Épée (5 m.). 15 – ***Polyprion cernium*** ; Merou cernier. 16 – *Echeneis remora* ; Remora (40 cm.).

CLASSIFICATION
DU
RÈGNE ANIMAL

RÈGNE ANIMAL (CLASSIFICATION SIMPLIFIÉE)

PROTOZOAIRES

Corps microscopique formé par une seule cellule

CARACTÈRES DISTINCTIFS	EMBRANCHEMENTS	PAGES
Se déplacent et capturent leurs proies par des expansions cytoplasmiques appelées pseudopodes	**RHIZOPODES**	278 290
Appareil locomoteur formé par un ou plusieurs flagelles	**FLAGELLÉS**	278 290
Appareil locomoteur formé par de nombreux cils vibratiles	**CILIÉS**	7 278 290
Parasites dans un ou plusieurs hôtes. Cycle évolutif souvent compliqué	**SPOROZOAIRES**	265

MÉTAZOAIRES

Corps formé par un grand nombre de cellules

		CARACTÈRES DISTINCTIFS	EMBRANCHEMENTS	PAGES
Symétrie axiale	**Pas de cavité générale**	Animaux à nombreux orifices et à cellules flagellées	**SPONGIAIRES**	302
		Corps limité par une double paroi Un seul orifice. Cellules urticantes	**CŒLENTÉRÉS**	14
	Une cavité générale	Test formé de plaques calcaires libres ou soudées Symétrie rayonnée d'ordre 5 Appareil locomoteur spécial (système ambulacraire) Tous marins	**ÉCHINODERMES**	27
Symétrie bilatérale		Corps allongé et mou formé d'anneaux tous semblables	**ANNÉLIDES**	38
		Corps mou et plat. Formes libres ou parasites	**PLATHELMINTHES** ou **VERS PLATS**	49
		Corps allongé, cylindrique, non segmenté, recouvert d'une mince couche de chitine Formes libres et parasites	**NÉMATHELMINTES** ou **VERS RONDS**	56
		Corps mou non segmenté, souvent protégé par une coquille calcaire, et comprenant le manteau, la masse viscérale, le pied et la cavité palléale	**MOLLUSQUES**	62
		Corps segmenté recouvert de chitine Appendices articulés	**ARTHROPODES** ou **ARTICULÉS**	93
		Caractères se rapprochant de ceux des VERTÉBRÉS, mais s'en éloignant par l'absence de squelette.	**PROCORDÉS**	302
		Squelette interne formé d'os, crâne, colonne vertébrale Système nerveux dorsal formé d'un encéphale, d'une moelle épinière et de nerfs	**VERTÉBRÉS**	137 215

EMBRANCHEMENT des **RHIZOPODES**		
CARACTÈRES DISTINCTIFS	CLASSES	PRINCIPAUX GENRES et ESPÈCES
Cellule généralement nue	**AMŒBIENS**	**Amibes libres (Amœba proteus) Amibes parasites (Amibe de la blatte) Amibe du colon Amibe de la dysenterie**
Cellule protégée par une coquille calcaire souvent divisée en loges	**FORAMINIFÈRES**	**Milioles Alvéolines Textulaires Lagena Polystomelles Globigérines Gromies**
Cellule pourvue d'un squelette formé de spicules siliceux	**RADIOLAIRES**	**Thalassicole Acanthomètre**
Cellule sphérique sans squelette Pseudopodes rigides avec tige axiale	**HÉLIOZOAIRES**	**Actinophrys Acanthocystes Actinosphaerium**
EMBRANCHEMENT des **FLAGELLÉS**		
Cellule renfermant des pigments généralement de couleur verte	**FLAGELLÉS VERTS** OU **PHYTOFLAGELLÉS**	**Chilomonas Noctiluques Cératium Péridinium**
Cellule ne renfermant pas de pigments	**FLAGELLÉS INCOLORES** OU **ZOOFLAGELLÉS**	**Trypanosomes Trichomonas Trichomastix Octomitus Opalines**
EMBRANCHEMENT des **CILIÉS**		
Cils vibratiles formant un revêtement homogène	**HOLOTRICHES**	**Coleps Lacrymaria Chilodon Paramécies Dileptus Uronema Colpidium**
Revêtement homogène de cils mais une frange de membranelles buccales	**HÉTÉROTRICHES**	**Stentor Balantidium Spirostomum**
Sur la face ventrale, cils agglutinés en pinceaux et servant à la marche	**HYPOTRICHES**	**Stylonychia Euplotes**
Ciliés attachés par un pédoncule Spire ciliée autour de la bouche et servant de piège	**PÉRITRICHES**	**Lichnophora Vorticelles**
Ciliés attachés par un pédoncule, tentacules creux terminés par une ventouse suceuse	**ACINÉTIENS**	**Tokophrya Acineta Podophrya**
EMBRANCHEMENT des **SPOROZOAIRES**		
Généralement parasites dans l'intestin des Invertébrés	**GRÉGARINES**	**Gregarina Stylorhynche**
Généralement parasites intracellulaires des Invertébrés et des Vertébrés	**COCCIDIES**	**Coccidium (Coccidiose du lapin)**
Parasites des globules rouges du sang des Vertébrés	**HÉMOSPORIDIES**	**Plasmodium vivax Plasmodium malariæ (paludisme)**
Parasites dans les tissus, forment des spores renfermant un filament enroulé en spirale	**CNIDOSPORIDIES**	**Nosema de la pébrine du ver à soie Thelohania de la peste de l'écrevisse**

EMBRANCHEMENT des CŒLENTÉRÉS

SOUS-EMBRANCHEMENT des CNIDAIRES

Cœlentérés pourvus d'appareils urticants et dépourvus de palettes natatoires

CARACTÈRES DISTINCTIFS	CLASSES	PRINCIPAUX GENRES et ESPÈCES
Formes fixées, solitaires ou coloniales ; pas de squelette calcaire. Cavité digestive non cloisonnée	**HYDRAIRES**	**Hydres Tubulaires Hydractinia Plumulaires Campanulaires Obelia Sertulaires**
Formes solitaires libres, adaptées à la vie flottante	**MÉDUSES ACALÈPHES**	**Aurelia Rhysostome Pelagia**
Formes coloniales, adaptées à la vie flottante	**SIPHONOPHORES**	**Physalie Velelle**
Formes solitaires fixées. Cavité digestive cloisonnée. Le nombre de tentacules est un multiple de 6.	**ACTINIAIRES**	**Adamsia Actinia Anemonia Sagartia Cerianthe**
Formes coloniales, cavité digestive cloisonnée. Le nombre de tentacules est un multiple de 8.	**ALCYONNAIRES** ou **OCTOCORALLIAIRES**	**Alcyonium Gorgone Corail Vérétille Pennatule**
Formes généralement coloniales à épais squelette calcaire, ou polypier. Cavité digestive cloisonnée Le nombre de tentacules est un multiple de 6.	**MADRÉPORES** ou **HEXACORALLIAIRES**	**Astrée Caryophylle Fungie**

SOUS-EMBRANCHEMENT des CTENAIRES

Cœlentérés pourvus de palettes natatoires

CARACTÈRES DISTINCTIFS	CLASSES	PRINCIPAUX GENRES et ESPÈCES
Formes solitaires pélagiques, se déplaçant à l'aide de palettes natatoires	**CTÉNOPHORES**	**Beroë Ceinture de Vénus Cydippe**

EMBRANCHEMENT des ÉCHINODERMES

		CARACTÈRES DISTINCTIFS	ORDRES	
Forme globuleuse Plaques calcaires soudées en un test rigide	**ÉCHINIDES** ou **OURSINS**	Forme régulière, symétrie pentaradiée bien visible Anus au pôle supérieur Bouche ventrale	OURSINS RÉGULIERS	**Oursin livide Echinus Arbacia Cidaris**
		Superposition d'une symétrie bilatérale à la symétrie pentaradiée	OURSINS IRRÉGULIERS	**Echinocarde Scutelle Spatangue Clypeaster**
Forme étoilée, 5 bras aplatis et triangulaires, test souple à plaques articulées Bras avec sillon ambulacraire ventral sur toute leur longueur	**STELLÉRIDES** ou **ÉTOILES DE MER**			**Echinaster Solaster Asterina Palmipes Astropecten Astérias**
Forme étoilée mais bras grêles et cylindriques. Partie centrale du corps en forme de disque, sillons ambulacraires ne dépassant pas le disque	**OPHIURIDES** ou **OPHIURES**			**Ophiothrix Ophiura Ophioderma**
Corps en forme de boudin et à section pentagonale, plaques du test petites et dispersées dans la peau	**HOLOTHURIDES** ou **HOLOTHURIES**			**Holothuria Cucumaria**
Echinodermes fixés par un pédoncule. 5 bras souples bifurqués et ramifiés	**CRINOÏDES**			**Encrine Antedon ou Comatule**

EMBRANCHEMENT des ANNÉLIDES

CARACTÈRES DISTINCTIFS	CLASSES	CARACTÈRES DISTINCTIFS	ORDRES	PRINCIPAUX GENRES et ESPÈCES
Vers marins; anneaux pourvus d'expansions latérales, ou parapodes, portant de nombreuses soies locomotrices. Sexes généralement séparés	**ANNÉLIDES POLYCHÈTES** à soies nombreuses	Formes libres nageuses, tête développée avec organes des sens	ERRANTES	**Nereis Syllis Nephtys Aphrodite Eunice**
		Formes sédentaires enfermées dans un tube calcaire ou muqueux	SÉDENTAIRES	**Serpule Spirographe Arénicole Sabelle Spirorbe**
Vers d'eau douce, ou terrestres plus rarement marins. Pas de parapodes. Soies peu nombreuses. Formes hermaphrodites	**ANNÉLIDES OLIGOCHÈTES** ou à Soies peu nombreuses	Vivant le plus souvent dans les eaux douces (mares, ruisseaux, lacs) plus rarement en mer	LIMICOLES	**Tubifex Lombriculus Naïs**
		Vivant dans le terreau ou la terre humide	TERRICOLES	**Lombrics ou vers de terre**
Vers vivant dans les eaux douces mais se nourrissant de sang. Ni parapodes, ni soies, mais ventouses de fixation	**HIRUDINÉES** ou **ANNÉLIDES ACHÈTES** (sans soies)	SANGSUES à MACHOIRES		**Sangsue médicinale Limnatis**
		SANGSUES à TROMPE		**Piscicolla Pontobdella Clepsine Helobdelle**
Vers microscopiques se déplaçant à l'aide d'un appareil ciliaire en couronne en avant du corps, libres mais pouvant se fixer	**ROTIFÈRES**			**Brachionus Rotifer**

EMBRANCHEMENT des PLATHELMINTHES ou VERS PLATS

Vers libres des eaux douces et marines. Corps aplati et foliacé recouvert de cils vibratiles courts	**TURBELLARIÉS** ou **PLANAIRES**	**Leptoplana Stylochus Convoluta Planaire noire Planaire grise**
Vers parasites. Corps aplati, foliacé, dépourvu de cils; souvent ventouses et crochets	**TRÉMATODES** ou **DOUVES**	**Polystomum Diplozoon Grande Douve Petite Douve**
Vers parasites au corps de forme rubanée à nombreux anneaux	**CESTODES** ou **TÉNIAS**	**Bothriocéphale Ténia solium Ténia saginata Ténia échinocoque**

EMBRANCHEMENT des NÉMATHELMINTES ou VERS RONDS

Vers allongés, non segmentés, cylindriques, recouverts d'une fine couche chitineuse. Formes libres et formes parasites	**NÉMATODES**	**Anguillule du vinaigre Mermis Anguillule des tiges Heterodera de la vigne Strongle du cheval Ankylostome de l'homme Ascaride de l'homme Ascaride du cheval Filaires Trichocéphales**

EMBRANCHEMENT des VERMIDIENS

Ni soies, ni ventouses, bouche située à l'extrémité d'une trompe ou un lobe protractiles	**GÉPHYRIENS**	**Siponcle Bonellie Phoronis Echiurus**
Vers marins, minces, très allongés, libres ou parasites, trompe buccale souvent accompagnée de stylets venimeux	**NÉMERTIENS**	**Carinella Nemerte Lineus**
Animaux fixés en colonies, arborescentes ou encroûtantes. Une couronne de tentacules autour de la bouche	**BRYOZOAIRES**	**Flustra Retepora ou Dentelle de Neptune Crisia**

EMBRANCHEMENT des **ARTHROPODES** ou **ARTICULÉS**

SOUS-EMBRANCHEMENT des	CARACTÈRES		CARACTÈRES DISTINCTIFS	CLASSES	PAGES
ANTENNIFÈRES	Articulés pourvus d'une ou deux paires d'antennes	BRANCHIAUX Respiration branchiale	Articulés aquatiques à respiration branchiale ou cutanée, 2 paires d'antennes. Carapace chitineuse souvent imprégnée de calcaire Nombre de segments variable	**CRUSTACÉS**	93 103
		TRACHÉENS Respiration trachéenne	Articulés dont le corps est divisé en 3 parties : tête, thorax, abdomen Généralement 2 paires d'ailes, 3 paires de pattes thoraciques 1 paire d'antennes	**INSECTES**	109 119 199 247 257 268
			Articulés dont le corps allongé est formé de très nombreux segments semblables 1 paire d'antennes	**MYRIAPODES**	
CHÉLIFÈRES	Pas d'antennes, mais présence de chélicères		Articulés pourvus de 4 paires de pattes locomotrices Respiration par trachées et poumons	**ARACHNIDES**	129 135

CLASSE DES CRUSTACÉS

SOUS-CLASSES	CARACTÈRES DISTINCTIFS	CARACTÈRES	CARACTÈRES DISTINCTIFS	ORDRES	PRINCIPAUX GENRES et ESPÈCES
CRUSTACÉS SUPÉRIEURS OU MALACOSTRACÉS	Corps formé de 21 segments, avec 19 paires d'appendices généralement taille moyenne ou grande	Yeux non pédonculés	Corps aplati dorso-ventralement Mer, eau douce, Terre	ISOPODES	Sphéromes Aselles Idothées Anilocres Cymodocées Ligies Oniscus Porcellio
			Corps aplati latéralement Mer et eau douce	AMPHIPODES	Corophium Caprelles Gammares Talictres Orchestria Cyames Phronima
		Yeux pédonculés	5 paires de pattes mâchoires dont la 1re fonctionne comme pattes ravisseuses Mer,	STOMATOPODES	Squilles
			Céphalothorax et abdomen 5 paires de pattes locomotrices	DÉCAPODES	Crevettes Homards Ecrevisses Langoustes Langoustines Crabes Scyllares Galathées Araignées de mer Pagures
CRUSTACÉS INFÉRIEURS OU ENTOMOSTRACÉS	Nombre variable de segments et d'appendices. Généralement de petite taille, souvent microscopiques		Appendices nombreux et foliacés. Animaux d'eau douce et marins	PHYLLOPODES	Branchipes Artémies Apus Chirocéphales
			Petits Crustacés pourvus d'une carapace à 2 valves laissant la tête libre Formes d'eau douce	CLADOCÈRES	Daphnies ou Puces d'eau
			Petits Crustacés pourvus d'une carapace à 2 valves mais enveloppant tout le corps y compris la tête Mer et eau douce	OSTRACODES	Cypris
			Corps divisé en 2 parties : une antérieure large et ovale portant des appendices, une caudale fourchue, libres ou parasites Mer et eau douce	COPÉPODES	Calanus Acartia Cyclops Caligus Lernea
			Appendices filamenteux et fourchus Crustacés marins souvent déformés par la fixation et le parasitisme	CIRRIPÈDES	Anatifes Balanes Alcippes Sacculine

CLASSE DES INSECTES

INSECTES A MÉTAMORPHOSES INCOMPLÈTES

CARACTÈRES DISTINCTIFS	ORDRES	PRINCIPAUX GENRES et ESPÈCES
2 élytres minces et 2 ailes membraneuses pliées le long du corps Pièces buccales broyeuses	ORTHOPTÈRES	**Criquets Grillons Sauterelles Blattes Mantes religieuses Courtilières**
2 élytres courts et 2 ailes membraneuses Pièces buccales broyeuses Abdomen terminé par une pince	DERMAPTÈRES	**Forficules**
4 ailes membraneuses inégales, à nombreuses nervures pièces buccales atrophiées Abdomen terminé par 3 longs cerques	PLÉCOPTÈRES	**Éphémères**
4 ailes membraneuses égales à nombreuses nervures Pièces buccales broyeuses	ODONATES	**Libellules Agrion Calopteryx**
2 paires d'ailes membraneuses inégales Pièces buccales broyeuses Insectes sociaux avec polymorphisme des individus	ISOPTÈRES	**Termites**
2 paires d'ailes membraneuses inégales ou 1 paire d'ailes membraneuses et 1 paire d'hémi-élytres. Pièces buccales piqueuses	HÉMIPTÈRES ou RHYNCHOTES	**Cigales Punaises Hydromètres Nèpes Ranatres Pucerons Cochenilles**
Insectes aptères. Pièces buccales piqueuses	ANOPLOURES	**Poux**

INSECTES A MÉTAMORPHOSES COMPLÈTES

CARACTÈRES DISTINCTIFS	ORDRES	PRINCIPAUX GENRES et ESPÈCES
1 paire d'élytres et 1 paire d'ailes membraneuses se repliant sous les élytres. Pièces buccales broyeuses. Prothorax formant un corselet bien développé.	COLÉOPTÈRES	**Hannetons Carabes Scarabées Hydrophiles Dytiques Coccinelles Cicindelles**
2 paires d'ailes membraneuses riches en nervures Pièces buccales broyeuses ou lécheuses	NÉVROPTÈRES	**Fourmilions Phryganes Chrysopes Panorpes**
2 paires d'ailes membraneuses recouvertes d'écailles Pièces buccales suceuses en forme de trompe enroulée	LÉPIDOPTÈRES	**Papillons**
1 paire d'ailes membraneuses et 1 paire de balanciers. Pièces buccales piqueuses et suceuses	DIPTÈRES	**Moustiques Mouches**
2 paires d'ailes membraneuses à nervures peu nombreuses. Pièces buccales broyeuses ou lécheuses	HYMÉNOPTÈRES	**Abeilles Guêpes Fourmis Sphex Ichneumons Ammophiles**
Insectes aptères. Pièces buccales piqueuses et suceuses	APHANIPTÈRES	**Puces**

CLASSE DES MYRIAPODES		
CARACTÈRES DISTINCTIFS	ORDRES	PRINCIPAUX GENRES et ESPÈCES
Corps aplati dorso-ventralement 1 seule paire d'appendices par segment Crochets venimeux	CHILOPODES	**Lithobius Géophiles** **Scolopendres Scutigères**
Corps cylindrique s'enroulant souvent en spirale; 2 paires d'appendices par anneau pas d'appareil venimeux	DIPLOPODES	**Gloméris Iules**

CLASSE DES ARACHNIDES		
Abdomen segmenté prolongé par un postabdomen	SCORPIONIDES	**Scorpions**
Abdomen non segmenté réuni au céphalothorax par un pédicule	ARANÉIDES	**Araignées**
Abdomen non segmenté largement soudé au céphalothorax	ACARIENS	**Tiques Sarcopte de la gale** **Tyroglyphe Demodex**

EMBRANCHEMENT des **MOLLUSQUES**

CARACTÈRES DISTINCTIFS	CLASSES
Pied situé au-dessus de la tête et divisé en tentacules pourvus de ventouses Symétrie bilatérale nette	**CÉPHALOPODES**
Coquille formée d'une seule valve conique enroulée en spirale. Pied ventral servant à la reptation. Tête bien développée avec organes des sens Symétrie bilatérale disparue à la suite de l'enroulement du corps	**GASTÉROPODES**
Coquille à 2 valves. Branchies disposées en lamelles. Absence de tête Symétrie bilatérale nette	**LAMELLIBRANCHES** OU **BIVALVES**

CLASSE DES CÉPHALOPODES

CARACTÈRES DISTINCTIFS	SOUS-CLASSES	CARACTÈRES DISTINCTIFS	ORDRES	PRINCIPAUX GENRES et ESPÈCES
2 branchies, tentacules garnis de ventouses; coquille interne ou absente	DIBRANCHIAUX	10 tentacules	DÉCAPODES	**Seiche Sépiole Calmar**
		8 tentacules	OCTOPODES	**Poulpes Elédone Argonaute**
4 branchies, tentacules dépourvus de ventouses; coquille externe cloisonnée	TÉTRABRANCHIAUX			**Nautile**

CLASSE DES GASTÉROPODES

CARACTÈRES DISTINCTIFS	SOUS-CLASSES	CARACTÈRES DISTINCTIFS	ORDRES	PRINCIPAUX GENRES et ESPÈCES
Branchies situées en avant du cœur	PROSOBRANCHES		**Fissurelles Haliotis Troches Néritines Patelles Natices Capulus Cyclostomes Murex Nasses Turitelles Cerithes Littorines Vermets**	
Branchies situées en arrière du cœur	OPISTOBRANCHES		**Aplysies Limacines Doris Eolis**	
Pas de branchies, cavité palléale transformée en poumon	PULMONÉS	Yeux non pédonculés	BASOMMATOPHORES	**Limnées Planorbes Physes**
		Yeux pédonculés	STYLOMMATOPHORES	**Escargots Limaces Pupes**

CLASSE DES LAMELLIBRANCHES

CARACTÈRES DISTINCTIFS	SOUS-CLASSES	CARACTÈRES DISTINCTIFS	PRINCIPAUX GENRES et ESPÈCES
4 branchies plumeuses pied aplati servant à la reptation	PROTOBRANCHES		**Nucules Yoldia Solenomya**
4 branchies en lamelles formées de filaments repliés 2 muscles adducteurs	FILIBRANCHES		**Pectoncles Arches Anomyes Moules Modioles**
4 branchies en lamelles aux filaments réunis par des anastomoses 1 seul muscle adducteur	PSEUDO – LAMELLIBRANCHES		**Pecten Huîtres Pentadines Méléagrine Limes Jambonneau**

CARACTÈRES DISTINCTIFS	SOUS-CLASSES	CARACTÈRES DISTINCTIFS	ORDRES	PRINCIPAUX GENRES et ESPÈCES
4 branchies en lamelles dont les filaments réunis entre eux donnent une apparence de grillage 2 muscles adducteurs	EULAMELLIBRANCHES	Pas de siphon eau douce	ASIPHONÉS	**Unio Anodontes Dreissensia**
		Siphon court, mais empreinte palléale sans encoche	SIPHONÉS INTÉGRIPALLÉAUX	**Cardium Tridacne Cyclas**
		Siphons longs et empreinte palléale présentant une encoche marquée	SIPHONÉS SINUPALLÉAUX	**Tellines Mactres Praires Clovisses Palourdes Couteaux Pholades Tarets**

EMBRANCHEMENT des **VERTÉBRÉS**

CARACTÈRES DISTINCTIFS	CLASSES	PAGES
Vertébrés aquatiques ; corps couvert d'écailles ; Pas de membres, des nageoires Respiration branchiale Organe sensitif particulier : ligne latérale ; température variable	**POISSONS**	137
Vertébrés tétrapodes amphibies à peau nue et humide Respiration cutanée et pulmonaire à l'état adulte branchiale à l'état larvaire : température variable Développement à métamorphoses	**BATRACIENS**	146
Vertébrés aériens à respiration uniquement pulmonaire . Peau recouverte d'écailles cornées Pattes courtes, atrophiées ou nulles locomotion par reptation ; température variable	**REPTILES**	162
Vertébrés aériens au corps couvert de plumes et aux membres antérieurs transformés en ailes . Présence d'un bec ; température constante	**OISEAUX**	172
Vertébrés tétrapodes dont le corps est couvert entièrement ou partiellement de poils Dents alvéolées . Reproduction généralement vivipare Présence de mamelles ; température constante	**MAMMIFÈRES**	188 204

CLASSE DES POISSONS				
CARACTÈRES DISTINCTIFS	SOUS-CLASSES	CARACTÈRES DISTINCTIFS	ORDRES	PRINCIPAUX GENRES et ESPÈCES
Squelette cartilagineux Ecailles placoïdes Queue à lobes inégaux œufs peu nombreux et de grande taille	ÉLASMOBRANCHES	Fentes branchiales bien visibles	SÉLACIENS	**Roussette Requin Raie Torpille**
		Fentes branchiales recouvertes par un repli de la peau	HOLOCÉPHALES	**Chimère**
		Ecailles losangiques osseuses et recouvertes d'émail, queue à lobes inégaux	GANOIDES	**Esturgeon**
Squelette cartilagineux ou osseux, pas de fentes branchiales Branchies enfermées dans une chambre branchiale recouverte par un opercule	TÉLÉOSTOMES	Squelette ossifié Ecailles du type cycloïde ou cténoïde ou absentes Queue à lobes égaux	TÉLÉOSTÉENS	**Hareng Sardine Truite Saumon Carpe Tanche Gardon Brochet Anguille Morue Merlan Limande Plie Sole Mulet Épinoche Hippocampe Perche Serran Dorade Rouget Maquereau Thon Rascasse Grondin**
Organes fonctionnant comme des poumons et provenant de la transformation de la vessie natatoire	DIPNEUSTES	**Ceratodus (Australie) Protoptère (Afrique) Lepidosiren (Amérique du Sud)**		

CLASSE DES BATRACIENS

CARACTÈRES DISTINCTIFS	ORDRES	PRINCIPAUX GENRES et ESPÈCES
Batraciens dépourvus de queue à l'état adulte	ANOURES	Crapaud sonneur Crapaud accoucheur Pelobate Pelodyte Crapaud vulgaire Crapaud des roseaux Rainette Grenouille verte Grenouille rousse
Corps allongé et muni d'une queue	URODÈLES	Salamandre maculée Salamandre noire Triton palmé Triton marbré Triton crêté Triton vulgaire

CLASSE DES REPTILES

	SOUS-CLASSES	CARACTÈRES DISTINCTIFS		
Corps allongé, entièrement recouvert d'écailles minces Dents soudées aux mâchoires Fente cloacale transversale	SAURIENS	Un sternum. Mâchoires inférieures soudées en avant Paupières mobiles Des pattes (sauf l'Orvet)	LACERTILIENS	Lézard des murailles Lézard vert Lézard Ocellé Gecko Seps Orvet
		Pas de sternum Paupières soudées Pas de pattes	OPHIDIENS	Vipère aspic Péliade Couleuvre de Montpellier Couleuvre vipérine Couleuvre à collier Couleuvre échelon Couleuvre d'Esculape
Corps couvert de larges plaques cornées soudées à des os dermiques et formant une carapace continue soudée au squelette	CHÉLONIENS			Tortue grecque Émys ou Cistude Tortues marines: Luth Caret Caouane
Ecailles implantées sur des os dermiques. Un sternum. Pattes développées Paupières mobiles	CROCODILIENS			Crocodile Alligator Caïman Gavial

CLASSE DES OISEAUX

CARACTÈRES DISTINCTIFS	SOUS-CLASSES	CARACTÈRES DISTINCTIFS	ORDRES	PRINCIPAUX GENRES et ESPÈCES
Ailes bien développées Oiseaux pouvant voler	CARINATES	Bec fort et crochu griffes développées et recourbées (serres) Oiseaux de proie	RAPACES	**Aigle Buse Épervier Faucon Hibou Chouette Effraie**
		Bec fort, 2 doigts dirigés en avant et 2 doigts dirigés en arrière	GRIMPEURS	**Pic Torcol Coucou Perroquet Perruche**
		Bec court et mou, renflé à la base	COLOMBINS	**Pigeon Tourterelle**
		Bec fort et pattes robustes, ailes courtes vol lourd	GALLINACÉS	**Coq et poule Perdrix Caille Pintade Faisan Dindon Paon**
		long bec long cou longues pattes doigts parfois palmés	ÉCHASSIERS	**Héron Aigrette Cigogne Flamant Foulque Bécasse Avocette**
		Doigts munis d'une membrane palmaire Excellents voiliers en général	PALMIPÈDES	**Cygne Oie Canard Cormoran Pélican Mouette Pingouin Manchot**
		Petite taille en général Formes nombreuses et variées	PASSEREAUX	**Pinson Moineau Mésange Alouette Fauvette Hirondelle Martinet Pie Corbeau**
Ailes réduites ou atrophiées: ne volent pas	RATITES			**Autruche Nandou Casoar Kiwi**

CLASSE DES MAMMIFÈRES

SOUS-CLASSES	CARACTÈRES DISTINCTIFS	ORDRES	PRINCIPAUX GENRES et ESPÈCES
PROTHÉRIENS	Mammifères primitifs, ovipares mais nourriture lactée après éclosion : un bec, un cloaque, des poils	MONOTRÈMES	**Ornithorhynque Échidné**
METATHÉRIENS	Vivipares mais le développement des petits s'achève dans une poche marsupiale soutenue par 2 os marsupiaux	MARSUPIAUX	**Kangourou Sarigue**
EUTHÉRIENS OU PLACENTAIRES Viviparité complète Présence d'un placenta unissant la mère à l'embryon	Denture atrophiée ou dégénérée	ÉDENTÉS	**Tatou Fourmilier Pangolin**
	Herbivores. Incisives à croissance continue Pas de canines. Molaires râpeuses. Condyles longitudinaux, 1 ou 2 paires d'incisives à la mâchoire supérieure	RONGEURS	**Rat Souris Écureuil Cobaye Marmotte Lapin Lièvre**
	Herbivores, pas de canines. Molaires à table d'usure. Onguligrades. Présence de sabots Doigts en nombre pair (4 ou 2) ou impair (5-3-1)	ONGULÉS	**Éléphant Rhinocéros Cheval Porc Sanglier Hippopotame Bœuf Mouton Cerf**
	Mammifères pisciformes à vie aquatique Membres antérieurs adaptés à la natation Disparition des membres postérieurs Nageoire caudale. Présence de dents toutes semblables ou de fanons	CÉTACÉS	**Dauphin Marsouin Cachalot Baleine**
	Mammifères aquatiques herbivores Denture différenciée	SIRÉNIENS	**Lamantin**
	Denture complète. Canines développées en crocs Molaires tranchantes dont 4 très développées : les carnassières	CARNIVORES	**Chat Tigre Chien Loup Blaireau Belette Ours**
	Carnivores adaptés à la vie aquatique membres adaptés à la nage	PINNIPÈDES	**Phoque Morse Otarie**
	Dents petites, nombreuses et pointues; se nourrissent de vers, larves, insectes	INSECTIVORES	**Hérisson Taupe Musaraigne**
	Insectivores adaptés au vol Membres antérieurs transformés en ailes	CHÉIROPTÈRES	**Chauve-souris**
	Main préhensile à pouce opposable aux autres doigts. Membres postérieurs plantigrades. Denture complète. Le plus souvent arboricoles	PRIMATES	SOUS-ORDRE des **LÉMURIENS** Museau pointu, longues griffes SOUS-ORDRE des **SINGES** Face généralement aplatie ; 36 ou 32 dents queue développée, préhensile, ou pas développée SOUS-ORDRE des **HOMINIENS** **HOMME**



TABLE DES MATIÈRES


ذاكرة المدرسة الجزائرية
كِتَابِي
عمروسي كمال